

# CURRÍCULO

# CURSO DE APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM SISTEMAS DE ARMAS

# (C-ApA-SA)

MARINHA DO BRASIL

DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

2019

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

**CURSO DE APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM SISTEMAS DE ARMAS**

**(C-ApA-SA)**

# Í N D I C E

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

**OM: CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK**
**CURSO: APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM SISTEMAS DE ARMAS**
**SIGLA: C-ApA-SA**

## SINOPSE GERAL DO CURSO

**DURAÇÃO: 36 SEMANAS** **CARGA HORÁRIA TOTAL: 1.260 HORAS**

### 1) PROPÓSITO DO CURSO

Aprimorar os conhecimentos acadêmicos visando o emprego, projetos, testes, aquisições, manutenção e desenvolvimento de modernos Sistemas de Armas, ampliando o conhecimento tecnológico dos Oficiais-alunos.

### 2) DIRETRIZES GERAIS DO CURSO

#### A) QUANTO À ESTRUTURAÇÃO DO CURSO

a) O curso será conduzido no Centro de Instrução Almirante Wandenkolk (CIAW), com possibilidade de participação de Instituição de Ensino Superior (IES) conveniada;
b) O número de tempos-aula (TA) diários deverá ser sete (07), com cinquenta (50) minutos cada;
c) As disciplinas serão conduzidas sequencialmente, uma após o término da outra, podendo haver até seis (06) disciplinas ministradas concomitantemente;
d) Sempre que possível, as disciplinas deverão desenvolver atividades práticas, visando complementar o conhecimento teórico ministrado;
e) No início do curso, será apresentada aos Oficiais-alunos (OA) a lista de temas de interesse da MB para desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC);
f) Os OA deverão propor à coordenação do curso 3 temas de seu interesse, dentro da lista de temas apresentados, em ordem de prioridade. A coordenação do curso decidirá o tema de cada OA, utilizando o critério de antiguidade;
g) Serão designados dois orientadores para cada OA: um orientador técnico-acadêmico e um orientador técnico, servidor civil ou militar da MB, indicado pela Organização Militar Orientadora Técnica (OMOT);
h) O TCC deverá ser desenvolvido ao longo do curso, mantendo contato regular com seu orientador;
i) Após a aprovação da minuta do TCC pelo orientador técnico, o OA deverá encaminhar o trabalho para os membros da banca com antecedência mínima de 30 (trinta) dias da data da defesa;
j) As defesas dos TCC deverão ocorrer, preferencialmente, no penúltimo mês do curso;
k) As bancas examinadoras deverão ser designadas pelo CIAW, com 50 (cinquenta) dias de antecedência para a data da defesa;
l) A banca examinadora deverá ser composta, no mínimo, pelos seguintes membros: os dois orientadores designados e um docente da linha de pesquisa relativa ao tema;
m) O OA aprovado no TCC terá um prazo de até trinta dias, contados da data da defesa, para entregar à coordenação do curso, a(s) cópia(s), tantas quanto forem solicitadas, em formato definitivo e com as correções recomendadas pela banca;
n) Caberá à coordenação do curso agendar local, data e hora para todas as defesas dos TCC, assim como dar ciência aos interessados, com, no mínimo, 10 (dez) dias de antecedência, para

a data da defesa. A qualificação e pertinência de audiência, assim como o acesso ao recinto das defesas serão de decisão do CIAW;

o) A entrega da versão final do TCC, aprovada pelo CIAW, será requisito para a conclusão do C-ApA; e

p) Caso haja necessidade de substituição de orientador designado, a mesma deverá ser solicitada, por requerimento do OA, à coordenação do curso.

**B) QUANTO ÀS TÉCNICAS DE ENSINO**

O ensino deverá ser desenvolvido por meio das técnicas de ensino abaixo relacionadas:

a) Aula Expositiva;
b) Aula Prática;
c) Trabalho individual;
d) Estudo de Caso;
e) Estudo Dirigido; e
f) Demonstração Prática.

**C) QUANTO À FREQUÊNCIA ÀS AULAS**

a) É obrigatória a frequência às aulas e às demais atividades programadas;

b) Terá a matrícula cancelada o OA que faltar, sem justificativa, a mais de 10% do número total de aulas previstas no currículo (considerando-se a carga horária real) ou mais de 25% das aulas de uma disciplina;

c) Terá a matrícula trancada o OA que atingir 25% de faltas justificadas do total de aulas do curso (considerando-se a carga horária real);

d) Para fim das alíneas acima, será considerada falta o atraso de mais de 10 (dez) minutos em relação ao início programado de uma atividade, ou a saída não autorizada durante o seu desenvolvimento; e

e) Os demais casos de trancamento e cancelamento de matrícula deverão seguir o preconizado na DGPM-101 - Normas para o Sistema de Ensino Naval (SEN) e nas Normas para os Cursos de Aperfeiçoamento Avançado, aprovadas pela DEnsM.

**D) QUANTO À AFERIÇÃO DO APROVEITAMENTO E À HABILITAÇÃO DO ALUNO**

a) A avaliação de aprendizagem será expressa por meio da nota das avaliações realizadas, utilizando-se uma escala numérica de 0 (zero) a 10 (dez), com aproximação a décimos ou emissão de conceito SATISFATÓRIO/INSATISFATÓRIO, quando aplicável;

b) A aprendizagem dos OA será aferida por provas e/ou trabalhos, conforme estabelecido no sumário de cada disciplina;

c) A nota final (NF) em cada disciplina será a nota obtida no instrumento de avaliação realizada ou por meio da média aritmética quando for mais de uma avaliação, conforme previsto no sumário de cada disciplina;

d) Para o cálculo da NF em cada disciplina e da média final (MF) do curso, a aproximação será até centésimos, adotando o seguinte critério de aproximação:

1) o centésimo (algarismo da segunda casa decimal) deverá ser acrescido de uma unidade, se o algarismo da terceira casa decimal for igual ou superior a 5 (cinco); e

2) o centésimo deverá ser conservado, desprezando as demais casas decimais, se a terceira casa decimal for menor que 5 (cinco).

e) Terão direito à avaliação de recuperação os OA que, embora não tenham obtido a NF mínima estabelecida, tenham alcançado, na disciplina, NF igual ou superior a 3,0 (três) e inferior a 6,0 (seis);

f) O OA terá direito, no máximo, a três (3) avaliações de recuperação, em três diferentes disciplinas, sendo uma avaliação em cada disciplina;

g) A(s) avaliação(oes) de recuperação deverá(ão) ser realizadas, no máximo, em até 10 (dez) dias após a divulgação do resultado da disciplina, versando sobre toda a matéria lecionada;

h) A nota obtida em avaliação de recuperação não será computada para efeito de cálculo da MF. Para esse fim, deverá ser considerada apenas a NF anteriormente obtida pelo OA;

i) Será considerado aprovado o OA que, em função da modalidade de avaliação estabelecida para a disciplina, obtiver:

1) NF igual ou superior a 6,0 (seis) em cada disciplina;

2) o somatório da média da disciplina com a nota obtida na prova de recuperação, igual ou superior a 10 (dez) pontos, caso tenha sido realizada prova de recuperação;

3) conceito SATISFATÓRIO nas disciplinas avaliadas por este critério; e

4) frequência mínima exigida, conforme estabelecido no item C.

j) A avaliação do TCC será a média aritmética entre as avaliações dos Membros da Banca Examinadora (Examinadores). A avaliação de cada Examinador sobre o desempenho do discente no TCC deverá ser baseada no texto escrito e defesa oral (apresentação e sabatina), de acordo com o roteiro constante do sumário da disciplina Metodologia de Ensino e Pesquisa;

k) A nota do TCC, com peso 4, comporá com a nota da prova da disciplina MEP, com peso 1, para NF desta disciplina. Caso o TCC seja considerado insatisfatório (reprovação na disciplina MEP), o OA deverá reapresentar o TCC em prazos e procedimentos definidos nas Normas do Curso, para aprovação final;

l) A MF será calculada com base na média aritmética das NF obtidas nas disciplinas e da avaliação do TCC;

m) Uma vez que os currículos das disciplinas das Áreas de Concentração poderão apresentar níveis de dificuldade distintos, a MF será calculada com base na média aritmética das NF obtidas nas disciplinas considerando um fator de correção “k”, conforme previsto nas Normas do Curso;

n) A classificação final dos oficiais observará a MF obtida pelos aprovados, em ordem decrescente;

o) A classificação de OA com MF iguais considerará os critérios de desempate discriminados a seguir, que deverão ser aplicados sucessivamente:

1) a maior MF sem a aproximação definida no item D, alínea d;

2) a maior antiguidade; e

3) a maior idade.

p) O OA reprovado por falta de aproveitamento terá sua matrícula cancelada;

q) O OA poderá recorrer em relação ao resultado de provas escritas, conforme previsto em Ordem Interna do CIAW;

r) Por se tratar de avaliação colegiada (Banca Examinadora), não caberá recurso quanto ao resultado da avaliação do TCC; e

s) Sempre que ocorrer algum problema de ordem disciplinar ou pedagógica em relação à prova, esta poderá ser anulada por proposta do Encarregado do Curso, via Conselho de Ensino, ratificada por ato do Comandante da OM do CIAW.

**E) QUANTO ÀS ATIVIDADES EXTRACLASSE**

Serão consideradas atividades extraclasse as seguintes atividades, obrigatoriamente programadas no decorrer do curso:

a) Visita Técnica - são visitas de curta duração (um dia) ou de média duração (mais de um dia) em instalações de órgãos militares que desenvolvam atividades de interesse do curso;

b) Palestras sobre Temas relevantes para a Marinha do Brasil; e

c) Visitas às instituições civis que concorram para maior ilustração profissional dos OA.

**3) DISCIPLINA(S) E CARGA(S) HORÁRIA(S)**

| CÓDIGO | DENOMINAÇÃO | CH |
|---|---|---|
| CAL | REVISÃO DE CÁLCULO................................................................ | 40 HORAS |
| FIS | REVISÃO DE FÍSICA..................................................................... | 40 HORAS |
| CSA | CONCEITOS DE “SOFTWARE” PARA SISTEMAS DE ARMAS. | 45 HORAS |
| MEP | METODOLOGIA DE ENSINO E PESQUISA................................. | 150 HORAS |
| OAD | ÓTICA APLICADA EM DEFESA.................................................. | 48 HORAS |
| PRE | PROCESSOS ESTOCÁSTICOS....................................................... | 40 HORAS |
| SCA I | SISTEMA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO I.............................. | 55 HORAS |
| SCA II | SISTEMA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO II............................. | 40 HORAS |
| PES | PROCESSAMENTO ESTATÍSTICO DE SINAIS........................... | 40 HORAS |
| ISC | INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE COMBATE............................. | 45 HORAS |
| MSE | MICROCONTROLADORES E SISTEMAS EMBARCADOS......... | 40 HORAS |
| MEN | MATERIAIS ENERGÉTICOS......................................................... | 48 HORAS |
| LET | LETALIDADE.................................................................................. | 40 HORAS |
| SAB | SIMULAÇÕES E CONTROLE DE ARTEFATOS BÉLICOS......... | 40 HORAS |
| TSA | TECNOLOGIA DE SENSORES E ATUADORES DO ARMAMENTO.................................................................................... | 52 HORAS |
| FDM | RASTREAMENTO MULTI-ALVO E FUSÃO DE DADOS MULTISENSOR.............................................................................. | 50 HORAS |
| RAP | REVISÃO ACELERADA DE PROGRAMAÇÃO............................ | 60 HORAS |
| GPL | GERENCIAMENTO DE PROJETO E LOGÍSTICA........................ | 50 HORAS |
| ESC | INTRODUÇÃO A ENGENHARIA DE SISTEMAS COMPLEXOS | 20 HORAS |
| TFM | TREINAMENTO FÍSICO MILITAR............................................... | 70 HORAS |

**4) APROVAÇÃO DO CURSO**

**APROVO,**

**o Currículo do C-ApA-SA.**

**Em 29 de julho de 2019.**

HENRIQUE RENATO BAPTISTA DE SOUZA
Contra-Almirante
Diretor
ADILENE CUNEGUNDES DA SILVA
Capitão-Tenente (T)
Assistente
AUTENTICADO DIGITALMENTE

CARGA HORÁRIA REAL.......1.013 HORAS

ATIVIDADE EXTRACLASSE...100 HORAS

TEMPO RESERVA......................147 HORAS

CARGA HORÁRIA TOTAL...1.260 HORAS

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

| | |
|---|---|
| **OM: CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK** | |
| **CURSO: APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM SISTEMAS DE ARMAS** | |
| **CÓDIGO: CAL** | **CARGA HORÁRIA: 40 HORAS** |
| **DISCIPLINA: REVISÃO DE CÁLCULO** | **ATUALIZADO EM 2019** |
| **SUMÁRIO** | |

**1) OBJETIVO DA DISCIPLINA**

Identificar os fundamentos de cálculo necessários para o acompanhamento e compreensão de disciplinas de caráter mais específico.

**2) LISTA DE UNIDADES DE ENSINO**

**1 - REVISÃO DE CÁLCULO ..........10 HORAS**

1.1 - Derivadas; e
1.2 - Integrais Definidas e Indefinidas. Integrais múltiplas.

**2 - EQUAÇÕES DIFERENCIAIS ORDINÁRIAS ..........10 HORAS**

2.1 - Dependência e independência linear;
2.2 - Equações diferenciais de primeira ordem (equações diferenciais: separáveis e exatas);
2.3 - Fatores integrantes;
2.4 - Aplicações de equações diferenciais de primeira ordem;
2.5 - Equações diferenciais lineares homogêneas de segunda ordem em coeficientes constantes; e
2.6 - Equações diferenciais lineares não homogêneas de segunda ordem com coeficientes constantes (métodos de coeficientes indeterminados).

**3 - SÉRIES INFINITAS..........08 HORAS**

3.1 - Teoria das séries infinitas; e
3.2 - Polinômio de Taylor e série de potência.

**4 - ANÁLISE VETORIAL..........12 HORAS**

4.1 - Introdução, adição e subtração de vetores;
4.2 - Produtor escalar, vetorial e produto misto;
4.3 - Integrais contendo funções vetoriais;
4.4 - Gradiente de um campo escalar;
4.5 - Divergências de um campo vetorial;
4.6 - Teorema de divergência;
4.7 - Rotacional de um campo vetorial;
4.8 - Teorema de Stokes; e
4.9 - Propriedades do divergente e do rotacional.

**3) DIRETRIZ ESPECÍFICA**

A disciplina será ministrada utilizando-se a técnica de Aula Expositiva.

**4) AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM**

Média aritmética entre os resultados obtidos em duas avaliações conforme abaixo distribuídas:

a) uma Prova Escrita, referente às UE 1 e 2. Deverão ser utilizados 2 TA para aplicação e 1 TA para os comentários e vista de prova, a serem computados na UE 2; e

b) uma Prova Escrita, referente às UE 3 e 4. Deverão ser utilizados 2 TA para aplicação e 1 TA para os comentários e vista de prova, a serem computados na UE 4.

**5) RECURSOS INSTRUCIONAIS**

a) Quadro branco; e

b) Microcomputador com projetor multimídia.

**6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**Indispensáveis:**

a) PINTO, Diomara e MORGADO, Ferreira Maria Cândida. **Cálculo Diferencial e Integral de Funções de Várias Variáveis**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1994.

b) THOMAS, George B., FINNEY, Ross L., WEIR, Maurice**,** GIORDANO, Frank R. **Cálculo** (Vol. 1 e 2). São Paulo: Editora Pearson Education, 2008.

**Complementares:**

a) LEITHOLD, Louis. **Cálculo com Geometria Analítica. Vol. 1 e 2**. São Paulo: Harbras, 1994.

b) SIMMONS, George F. Pearson. **Cálculo com Geometria Analítica. Vol. 1 e 2.** São Paulo: Harbras, 1987.

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

| | |
|---|---|
| **OM: CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK** | |
| **CURSO: APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM SISTEMAS DE ARMAS** | |
| **CÓDIGO: FIS** | **CARGA HORÁRIA: 40 HORAS** |
| **DISCIPLINA: REVISÃO DE FÍSICA** | **ATUALIZADO EM 2019** |
| **SUMÁRIO** | |

**1) OBJETIVO DA DISCIPLINA**

Aplicar os conhecimentos de Física necessários à compreensão de disciplinas de caráter mais específicas.

**2) LISTA DE UNIDADES DE ENSINO**

**1 - ENERGIA.......................................................................................................….. 03 HORAS**

1.1 - Energia potencial;
1.2 - Conservação de energia;
1.3 - Forças conservativas e não-conservativas;
1.4 - Função potencial e equilíbrio em uma dimensão; e
1.5 - Potência.

**2 - CONSERVAÇÃO DE ENERGIA.......................................................................…02 HORAS**

2.1 - Introdução;
2.2 - Descrição qualitativa do movimento usando conservação de energia; e
2.3 - Energia gravitacional potencial.

**3 - MOVIMENTO ONDULATÓRIO.........................................................................05 HORAS**

3.1 - Pulso ondulatório;
3.2 - Velocidade de propagação de ondas;
3.3 - Movimento ondulatório harmônico;
3.4 - Efeito Doppler;
3.5 - Onda estacionária em uma corda;
3.6 - Onda estacionária sonora;
3.7 - Energia e intensidade de ondas harmônicas; e
3.8 - Equação da onda.

**4 - INTERFERÊNCIA E DIFRAÇÃO...............................................................…......05 HORAS**

4.1 - Superposição e interferência de ondas harmônicas;
4.2 - Interferência de ondas provenientes de dois pontos;
4.3 - Difração;
4.4 - Batimento;
4.5 - Análise - harmônico;
4.6 - “Wave packets”;
4.7 - Dispersão; e
4.8 - Superposição de ondas estacionárias.

**5 - LUZ........................................................................................................................ 05 HORAS**

5.1 - Ondas e partículas;
5.2 - Ondas eletromagnéticas;

5.3 - Reflexão;
5.4 - Refração; e
5.5 - Polarização.

**6 - ÓPTICA GEOMÉTRICA.................................................................................... 05 HORAS**

6.1 - Espelhos planos;
6.2 - Espelhos esféricos;
6.3 - Imagens formadas por refração;
6.4 - Lentes;
6.5 - Aberrações e distorções de imagem; e
6.6 - Olho humano, microscópio e telescópio.

**7 - FÍSICA OPTICA: INTERFERÊNCIA E DIFRAÇÃO..........................................05 HORAS**

7.1 - Interferência em lâminas finas;
7.2 - Interferômetro de Michelson;
7.3 - Padrão gerador por interferência de luzes penetrando em duas fendas;
7.4 - Modelo vetorial para a adição de ondas harmônicas;
7.5 - Padrão gerado por interferência de luzes geradas por quatro fontes equiespaçadas;
7.6 - Padrão de difração gerado por fenda única;
7.7 - Difração e resolução; e
7.8 - Difração gerada por fendas equiespaçadas.

**8 - ESTUDO PRÁTICO MONITORADO...................................................................10 HORAS**

## 3) DIRETRIZ ESPECÍFICA

A disciplina será ministrada utilizando-se a técnica de Aula Expositiva.

## 4) AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Média aritmética entre os resultados obtidos em duas avaliações conforme abaixo distribuídas:

a) uma Prova Escrita, referente às UE 1 a 4. Deverão ser utilizados 2 TA para aplicação e 1 TA para os comentários e vista de prova, , a serem computados na UE 4; e

b) uma Prova Escrita, referente às UE 5 a 8. Deverão ser utilizados 2 TA para aplicação e 1 TA para os comentários e vista de prova, a serem computados na UE 8.

## 5) RECURSOS INSTRUCIONAIS

a) Quadro branco; e
b) Microcomputador com projetor multimídia.

## 6) REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

**Indispensável:**

TIPLER, Paul A. **Physics.** Second Edition. New York: Worth Publishers Inc, 1984.

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

| | |
|---|---|
| **OM: CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK** | |
| **CURSO: APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM SISTEMAS DE ARMAS** | |
| **CÓDIGO: CSA** | **CARGA HORÁRIA: 45 HORAS** |
| **DISCIPLINA: CONCEITOS DE "SOFTWARE" PARA SISTEMAS DE ARMAS** | **ATUALIZADO EM 2019** |
| **SUMÁRIO** | |

**1) OBJETIVO DA DISCIPLINA**

a) Conceituar os tipos básicos de software utilizados em sistemas de combate, identificando seus processos e requisitos num contexto de análise e projeto; e

b) Analisar as características e requisitos necessários ao desenvolvimento do software de um sistema digital operacional.

**2) LISTA DE UNIDADES DE ENSINO**

**1 - CONCEITOS DE SOFTWARE PARA SISTEMAS DE ARMAS............................01 HORA**

1.1 - Introdução.

**2 - A ENGENHARIA DE SOFTWARE..........................................................................04 HORAS**

2.1 - Aspectos Gerais;
2.2 - Estruturas de Projetos de Desenvolvimento de Software - visão geral;
2.3 - Metodologias, Técnicas e Ferramentas de desenvolvimento de software; e
2.4 - Noções básicas de Gerenciamento da Engenharia de Software.

**3 - A ENGENHARIA DE SISTEMAS..............................................................................05 HORAS**

3.1 - Aspectos gerais;
3.2 - Estruturas de Projetos de Desenvolvimento de Sistemas- visão geral;
3.3 - O Ciclo de Vida do Sistema e o Desenvolvimento de Soluções; e
3.4 - Engenharia de Sistemas - Processos Técnicos e Gerenciais.

**4 - CARACTERIZAÇÃO DE SISTEMAS DIGITAIS ..................................................03 HORAS**

4.1 - Sistemas modulares, integrados e distribuídos;
4.2 - Noções de sistemas de processamento simples e múltiplo;
4.3 - Sistemas dependentes no tempo;
4.4 - Sistemas de auxílio e coordenação;
4.5 - Sistemas de controle de sensores e armas; e
4.6 - Seminário sobre sistemas digitais operativos.

**5 - SISTEMAS OPERACIONAIS E SISTEMAS DE TEMPO REAL........................03 HORAS**

5.1 - Sistemas de Tempo Real: tipos, características e emprego;
5.2 - Hardware para Sistemas de Tempo Real;
5.3 - Software para Sistemas de Tempo Real; e
5.4 - Sistemas Operacionais para Sistemas de Tempo Real.

**6 - ANÁLISE DE REQUISITOS, ESPECIFICAÇÃO E PROJETO DE SISTEMAS DE TEMPO REAL ..........................................................................................................07 HORAS**

6.1 - Análise de sistemas de Tempo Real;
6.2 - Análise de requisitos de Sistema (Requirements Engineering Methodologies);
6.3 - Considerações para Projeto de Sistema (Software design Approaches);

6.4 - ferramentas de Análise de Sistemas; e
6.5 - Considerações da utilização de COTS no desenvolvimento dos sistemas.

**7 - PROJETO DA ARQUITETURA DE SOFWARE RT............................................04 HORAS**
7.1 - Projeto (“desing”); e
7.2 - Padrões (Patterns) e Paradigmas de Projetos.

**8 - CONSTRUÇÃO (DESENVOLVIMENTO) DE SOFTWARE..............................03 HORAS**
8.1 - Modelos e Ferramentas de Desenvolvimento; e
8.2 - Linguagens de Programação para Sistemas de Tempo Real.

**9 - INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE SOFTWARE DE TEMPO REAL..............03 HORAS**
9.1 - Princípios da integração; e
9.2 - Abordagem dos Processos de Integração de Módulos e de Sistemas.

**10 - CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS PARA SOFTWARE DE SISTEMAS DE ARMAS ..........................................................................................................................02 HORAS**
10.1 - Análise de Desempenho de Sistemas;
10.2 - Considerações Práticas; e
10.3 - Visões de Futuro para Sistemas de Tempo Real.

**11 - WORKSHOPS..........................................................................................02 HORAS**
11.1 - Análise de Requisitos, especificação e Projeto de Sistemas de Tempo Real; e
11.2 - Projeto de Arquitetura de Software RT.

**12 - PRÁTICA DE LABORATÓRIO...............................................................02 HORAS**
12.1 - Utilização da Linguagem SysML para modelagem de Sistemas.

**13 - ESTUDO PRÁTICO MONITORADO...................................................06 HORAS**
13.1 - Desenvolver um estudo sobre principais problemas no desenvolvimento de Software para Sistemas de Tempo Real Militarizados.

**3) DIRETRIZ ESPECÍFICA**

A disciplina será conduzida com aula expositiva em sala de aula e aula prática em laboratório de informática com programa MATLab, com desenvolvimento de modelos matemáticos e simulações, com demonstração pelo docente e desenvolvimento de programas e simulações pelos alunos.

**4) AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM**

a) Média aritmética entre os resultados obtidos em duas avaliações conforme abaixo distribuídas:
I - uma Prova Escrita, referente todas UE. Deverão ser utilizados 2 TA para aplicação da prova e 1 TA para comentários e vista de prova, a serem computados na UE 6; e
II - um trabalho prático individual. Deverão ser utilizados 1 TA para elaboração do trabalho e 1 TA para comentários e vista do trabalho, a serem computados na UE 13.

b) O roteiro para realização dos trabalhos e os critérios de avaliação constarão do projeto específico da disciplina.

**5) RECURSOS INSTRUCIONAIS**

a) Quadro branco;
b) Microcomputador com projetor multimídia; e
c) Software de aplicativos.

**6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**Indispensável:**

KOSSIAKOFF, Alexander, SWEET, William N. SEYMOUR, Samuel J. BIEMER, Swteven M. **Systems Engineering Principles and Practice.** New Jersey: Ed. Wiley-Interscience, 2011.

**Complementares:**

a) DELLIGATTI, Lenny. **SysML Distilled-A Brief Guide. New York: Addison-Wesley Professional**, 2014.

b) PRESSMAN, Roger S., MAXIM, Bruce. **Software Engineering: A Practitioner's Approach.** 8th Edition, Europe: Mcgraw-Hill Education, 2014.

c) LAPLANTE, Phillip A; OVASKA, Seppo J. **Real-Time Systems Design and Analysis: Tools for the Practitioner.** 4th Edition. Washington: IEEE Press/J. Willey, 2012.

d) VIEIRA, Marco Antônio da Costa; BRICK, Eduardo Siqueira. **Avaliação do emprego de componentes COTS(Commercial-off-the-shelf) em sistemas digitais operativos.** Niteroi, RJ, 2007. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2007.

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

| | |
|---|---|
| **OM: CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK** | |
| **CURSO :APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM SISTEMAS DE ARMAS** | |
| **CÓDIGO: MEP** | **CARGA HORÁRIA: 150 HORAS** |
| **DISCIPLINA: METODOLOGIA DE ENSINO E PESQUISA** | **ATUALIZADO EM 2019** |
| **SUMÁRIO** | |

**1) OBJETIVOS DA DISCIPLINA**

a) Desenvolver projetos de pesquisa, através da clara compreensão do processo de investigação, suas bases filosóficas, técnicas e premissas metodológicas e demais características de que se deve revestir uma investigação;

b) Exercitar as capacidades de análise e síntese;

c) Aprimorar o seu raciocínio lógico e sistematizado, voltado para obtenção de conclusões próprias;

d) Utilizar os métodos e técnicas de metodologia científica, na análise, relato e solução de problemas propostos pela Marinha;

e) Enumerar os principais aspectos da metodologia da pesquisa necessários à elaboração do Trabalho de Conclusão do Curso (TCC); e

f) Executar técnicas de exposição oral ao longo da disciplina, visando à apresentação de trabalho de fim de curso, projetos e seminários.

**2) LISTA DE UNIDADES DE ENSINO**

**1 - NATUREZA DA PESQUISA..........................................................................06 HORAS**

1.1 - A pesquisa como prática acadêmica;
1.2 - Distinção entre pesquisa e ciência;
1.3 - O método científico; e
1.4 - Distinção entre ensaio, monografia, dissertação e tese.

**2 - PLANEJAMENTO E REALIZAÇÃO DA PESQUISA.........................................06 HORAS**

2.1 - Considerações básicas;
2.2 - Etapas de um processo de pesquisa; e
2.3 - Elaboração de um projeto de pesquisa.

**3 - NORMATIZAÇÃO DO TRABALHO CIENTÍFICO............................................12 HORAS**

3.1 - Formatação do TCC;
3.2 - Normatização segundo normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT);
3.3 - Característica da linguagem científica;
3.4 - Uso de ilustrações, siglas, abreviaturas, números, símbolos e fórmulas;
3.5 - Orientação para o uso de citações; e
3.6 - Notas de rodapé.

**4 - COMPOSIÇÃO DE RELATÓRIO TÉCNICO CIENTÍFICO..............................04 HORAS**

4.1 - Partes pré-textuais ou preliminares;
4.2 - Partes nucleares; e
4.3 - Partes pós textuais ou pós liminares.

**5 - ESTRUTURA DO TRABALHO INDIVIDUAL.....................................................04 HORAS**

5.1 - Apresentação e montagem da Matriz Analítica.

**6 - INTRODUÇÃO À ANÁLISE QUALITATIVA......................................................08 HORAS**

6.1 - Abordagem da Análise Qualitativa (AQ);
6.2 - Problemas possíveis na AQ; e
6.3 - Análise qualitativa (análise de discurso, Estudo de Caso).

**7 - SEMINÁRIOS DE PESQUISA....................................................................10 HORAS**

**8 - ORIENTAÇÃO DOS OFICIAIS -ALUNOS............................................................30 HORAS**

**9 - ELABORAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO.....................70 HORAS**

## 3) DIRETRIZES ESPECÍFICAS

a) As aulas serão ministradas por meio das técnicas de ensino de Aula Expositiva, Aula Prática, Estudo Dirigido e Estudo de Caso;

b) A UE 7 será conduzida por meio de seminários orientados por pesquisadores de reconhecida competência, visando a propiciar maior familiaridade com a leitura e identificação das etapas de elaboração de um trabalho acadêmico;

c) A matriz analítica (projeto de pesquisa) será elaborada durante o desenvolvimento da disciplina;

d) A disciplina será desenvolvida por meio de elaboração de trabalho individual de pesquisa, na forma de monografia, sob a orientação de conteúdo de um Oficial e/ou professor, com curso de pós-graduação, preferencialmente mestrado ou doutorado, designado orientador;

e) Os temas serão propostos ou aprovados pelas OMOT (Organizações Militares Orientadoras Técnicas), sendo que, para cada tema, haverá um Oficial designado orientador ou coorientador, daquela Diretoria ou de outra onde será realizada a pesquisa; e

f) Durante o período da pesquisa, o docente estará disponível em horários pré-determinados, a fim de orientar os OA quanto à adequação da metodologia.

## 4) AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM

Será realizada por meio da média ponderada entre o resultado de duas avaliações:

a) uma prova escrita, referente às UE 1 a 6, com duração de 1 TA e 1 TA para os comentários e vista de prova, computado na UE 6; com peso 1; e

b) elaboração do TCC, considerando três aspectos: análise do conteúdo, correção do texto e da formalização/Normas da ABNT; com peso 4.

## 5) RECURSOS INSTRUCIONAIS

a) Quadro branco; e
b) Microcomputador com projetor multimídia.

## 6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Além da bibliografia específica de cada tema estudado, são recomendadas as seguintes referências:

**Indispensável:**

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de A. **Metodologia do Trabalho Científico.** 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2001.

**Complementares:**

a) BOOTH, Wayne C; COLOMBO, Gregory G; WILLIAMS, Joseph M. **A arte da pesquisa.** 2ª ed. SãoPaulo: Editora Martins Fontes, 2005.
b) FRANÇA, Lunial Lessa; VASCONCELLOS, Ana Cristina de. **Manual para normatização de publicações técnico-científicas.** 8ª ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007. 255 p.

c) GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.
d) MARCONI, Marina de A. **Metodologia do Trabalho Científico.** 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.
e) Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6023: informação e documentação - referências.** Rio de Janeiro, 2002.

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

| | |
|---|---|
| **OM: CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK** | |
| **CURSO: APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM SISTEMAS DE ARMAS** | |
| **CÓDIGO: OAD** | **CARGA HORÁRIA: 48 HORAS** |
| **DISCIPLINA: ÓTICA APLICADA EM DEFESA** | **ATUALIZADO EM 2019** |
| **SUMÁRIO** | |

**1) OBJETIVO DA DISCIPLINA**

Identificar os conhecimentos de ótica necessários à compreensão de disciplinas de caráter mais específico, com enfoque em sistemas de defesa.

**2) LISTA DE UNIDADES DE ENSINO**

**1 - PRINCÍPIOS BÁSICOS DE ÓPTICA ………...…............................................. 20 HORAS**

1.1 - Especificações de sistemas ópticos;
1.2 - Difração, aberrações e qualidade de imagem; e
1.3 - Escolha de materiais ópticos. Superfícies esféricas e anesféricas.

**2 - CONFIGURAÇÕES DE PROJETOS ÓPTICOS ………………………………...17 HORAS**

2.1 - Noções básicas sobre imageamento termal de 3 µm a 5µm e de 8µm a 12µm; e
2.2 - Avaliação de desempenho e teste de sistemas ópticos.

**3 - NOÇÕES BÁSICAS SOBRE FILMES FINOS E IMAGENS TERMAIS.............11 HORAS**

3.1 - Noções básicas sobre detectores;
3.2 - Imageadores termais;
3.3 - Designadores; e
3.4 - Sistemas de medição de proximidade.

**3) DIRETRIZ ESPECÍFICA**

A disciplina será ministrada utilizando-se a técnica de Aula Expositiva.

**4) AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM**

Média aritmética entre os resultados obtidos em duas avaliações conforme abaixo distribuídas:

a) uma Prova Escrita, referente à UE 1. Deverão ser utilizados 2 TA para aplicação e 1 TA para os comentários e vista de prova, a serem computados na UE 1; e

b) uma Prova Escrita, referente às UE 2 a 3. Deverão ser utilizados 2 TA para aplicação e 1 TA para os comentários e vista de prova, a serem computados na UE 3.

**5) RECURSOS INSTRUCIONAIS**

a) Quadro branco;
b) Microcomputador com projetor multimídia; e
c) Laboratório com computadores para os alunos e Programa MatLab/Toolboxes ou similar.

**6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**Indispensável:**

FISCHER, R. E, et al. **Optical System Design,** McGraw-Hill, New York, 2008.

**Complementar:**

FREEMAN, M. H., **Optics**, 10ª ed., Butterworth-Heinemann, London, 1990.

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

| | |
|---|---|
| **OM: CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK** | |
| **CURSO: APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM SISTEMAS DE ARMAS** | |
| **CÓDIGO: PRE** | **CARGA HORÁRIA: 40 HORAS** |
| **DISCIPLINA: PROCESSOS ESTOCÁSTICOS** | **ATUALIZADO EM 2019** |
| **SUMÁRIO** | |

**1) OBJETIVO DA DISCIPLINA**

Identificar os fundamentos de modelos probabilísticos necessários para entendimento de processamento de sinais e predição de eventos.

**2) LISTA DE UNIDADES DE ENSINO**

**1 - REVISÃO DE PROBABILIDADE E VARIÁVEIS ALEATÓRIAS....................05 HORAS**

1.1 - Definição e caracterização estatística de processos aleatórios de tempo contínuo e tempo discreto;
1.2 - Estacionariedade em sentido amplo e estrito; e
1.3 - Ergodicidade.

**2 - EXEMPLOS DE PROCESSOS ESTOCÁSTICOS DE TEMPO CONTÍNUO E DIRETO ..........…..............................................................................................................10 HORAS**

2.1 - Processos gaussianos;
2.2 - Processo de Paisson;
2.3 - Processo de Wiener de tempo contínuo;
2.4 - Ruído branco;
2.5 - Processo de Bernoulli;
2.6 - Processo de Wiener de tempo discreto;
2.7 - Processos de Markov de tempo discreto com estado discreto e estado contínuo; e
2.8 - Estimação de estados em cadeias ocultas de Markov de estado discreto.

**3 - SISTEMAS LINEARES ..........................................................................................05 HORAS**

3.1 - Tempo contínuo; e
3.2 - Discreto com entradas estocásticas.

**4 - CARACTERIZAÇÃO ESPECTRAL .......................................................…...........08 HORAS**

4.1 - Modelagem de processos estacionários de tempo contínuo; e
4.2 - Tempo discreto.

**5 - FILTROS DE WIENER ...........................................................................................12 HORAS**

5.1 - Tempo discreto e contínuo;
5.2 - Predição e suavizamento; e
5.3 - Identificação de modelos autoregressivos.

**3) DIRETRIZ ESPECÍFICA**

Serão utilizadas as técnicas de ensino (TE) de Aula Expositiva e Aula Prática, essa última TE utilizará listas de exercícios e “software” para exercício de simulação em laboratório (Matlab). Esta disciplina deve ser iniciada no primeiro período, pois servirá de base para os outros cursos de processamento de sinais e Rastreamento Multi - Alvo e Fusão de dados Multisensor.

**4) AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM**

a) Média aritmética entre os resultados obtidos em duas avaliações conforme abaixo distribuídas:

I - uma prova escrita, referente às UE 1 a 5. Deverão ser utilizados 2 TA para aplicação e 1 TA para os comentários e vista, a serem computados na UE 5; e

II - um trabalho individual, referente a todas às UE. Deverão ser utilizados 2 TA para realização e 1 TA para os comentários e vista do trabalho, a serem computados na UE 5.

b) O roteiro para realização do trabalho e os critérios de avaliação constarão do projeto específico da disciplina.

**5) RECURSOS INSTRUCIONAIS**

a) Quadro branco;

b) Microcomputador com projetor multimídia; e

c) Laboratório com computadores para os alunos e Programa MatLab/Toolboxes ou similar.

**6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**Indispensável:**

STARK, H.; WOODS, J. W. **Probability and Random Processes with Applications to Signal Processing**, Terceira Edição. Pearson Education, 2002.

**Complementares:**

a) PAPOULIS, A.; PILLAI, S. U., **Probability, Random Variables and Stochastic Processes,** Quarta Edição, McGraw Hill Europe, 2002.

b) THERRIEN, C. W. **Discrete Random Signals and Statical Signal Processing.** New Jersey: Prentice Hall, 1992.

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

| | |
|---|---|
| **OM: CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK** | |
| **CURSO: APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM SISTEMAS DE ARMAS** | |
| **CÓDIGO: SCA I** | **CARGA HORÁRIA: 55 HORAS** |
| **DISCIPLINA: SISTEMAS DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO I** | **ATUALIZADO EM 2019** |
| **SUMÁRIO** | |

**1) OBJETIVO DA DISCIPLINA**

Descrever os principais conceitos aplicados ao controle de Sistemas Lineares e Invariantes no Tempo.

**2) LISTA DE UNIDADES DE ENSINO**

**1 - INTRODUÇÃO.....................................................03 HORAS**

1.1 - Controle e Automação no Brasil.

**2 - MATEMÁTICA PARA CONTROLE CONTÍNUO.....................................................08 HORAS**

2.1 - Transformada de Laplace.

**3 - INTRODUÇÃO AOS SISTEMAS DE CONTROLE.....................................................04 HORAS**

3.1 - Conceituação de sistemas de malha aberta;
3.2 - Sensores e atuadores; e
3.3 - Conceituação de sistemas de malha fechada.

**4 - MODELAGEM DE SISTEMAS FÍSICOS..................................................... 15 HORAS**

4.1 - Modelagem de sistemas físicos;
4.2 - Funções de transferência;
4.3 - Equações de espaço de estados;
4.4 - Diagrama em blocos;
4.5 - Conceito de Observadores; e
4.6 - Sistemas em malha aberta e em malha fechada.

**5 - ANÁLISE DA RESPOSTA COMPLETA E ESTABILIDADE.............................08 HORAS**

5.1 - Resposta ao impulso, degrau e rampa de sistemas de 1ª e 2ª ordem;
5.2 - Sistemas de ordem superior;
5.3 - Tipos de respostas quanto ao amortecimento;
5.4 - Análise da estabilidade dos sistemas no plano “s”; e
5.5 - Outras formas de análise da estabilidade;

**6 - ANÁLISE DE ERRO E OTIMIZAÇÃO DE SISTEMAS .....................................03 HORAS**

6.1 - Efeitos da ação integral e derivativa (conforme Ogata);
6.2 - Coeficientes de erro estático; e
6.3 - Coeficientes de erro dinâmico.

**7 - O LUGAR DAS RAÍZES E AS AÇÕES BÁSICAS DE CONTROLE...................14 HORAS**

7.1 - Definição e Análise do lugar das raízes (*root locus)* - Abordagem com o MATLAB;
7.2 - Controle PID;
7.3 - Implementação de circuito PID analógico; e
7.4 - Outros Controladores.

**3) DIRETRIZ ESPECÍFICA**

As aulas serão ministradas utilizando-se as técnicas de ensino de Aula Expositiva, Aula Prática e Estudo Dirigido.

**4) AVALIAÇÕES DA APRENDIZAGEM**

Média aritmética entre os resultados obtidos em duas avaliações conforme abaixo distribuídas:

a) uma Prova Escrita, referente às UE 1 a 7. Deverão ser utilizados 2 TA para aplicação e 1 TA para os comentários e vista de prova, a serem computados na UE 7; e

b) um trabalho individual, referente a toda a disciplina. Deverão ser utilizados 1 TA para a elaboração e 1 TA para os comentários e vista do trabalho, a serem computados na UE 7.

**5) RECURSOS INSTRUCIONAIS**

a) Quadro branco;
b) Microcomputador com projetor multimídia; e
c) Laboratório com computadores para os alunos e Programa MatLab/Toolboxes ou similar.

**6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**Indispensável:**

OGATA, Katsushiko. **Engenharia de Controle Moderno**. New York: Prentice Hall, 1990.

**Complementares:**

a) HOUPIS, Constantine H., SHELDON, Stuart N. **Linear Control System Analysis and Design with MATLAB**. 6ª Edition. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2003.

b) LATHI, Bhagwandas Pannalal. **Sinais e Sistemas Lineares**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

| | |
|---|---|
| **OM: CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK** | |
| **CURSO: APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM SISTEMAS DE ARMAS** | |
| **CÓDIGO: SCA-II** | **CARGA HORÁRIA: 40 HORAS** |
| **DISCIPLINA: SISTEMAS DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO II** | **ATUALIZADO EM 2019** |
| **SUMÁRIO** | |

**1) OBJETIVO DA DISCIPLINA**

Identificar os principais conceitos aplicados ao controle discreto de Sistemas Lineares e Invariantes no Tempo.

**2) LISTA DE UNIDADES DE ENSINO**

**1 - AMOSTRAGEM E DISCRETIZAÇÃO DE SISTEMAS.......................................04 HORAS**

1.1 - Tratamento de variáveis analógicas;

1.2 - Conversão de Sinais: Conversor Analógico - Digital; Conversor Digital - Analógico; e Erros de quantização;

1.3 - Zero-Order Hold (ZOH);

1.4 - Padrões: Tensão 0 - 10 V; e Corrente 4 - 20 V; e

1.5 - Teorema de Nyquist.

**2 - MATEMÁTICA PARA O CONTROLE DISCRETO ............................................08 HORAS**

2.1 - Transformada Z.

**3 - MODELAGEM DE SISTEMAS DISCRETOS ......................................................10 HORAS**

3.1 - Funções de transferência no tempo discreto;

3.2 - Equações de estados em tempo discreto; e

3.3 - Funções de transferência em malha fechada no tempo discreto.

**4 - SISTEMAS DE CONTROLE DIGITAL...................................................................18 HORAS**

4.1 - Análise da estabilidade dos sistemas discretos;

4.2 - Análise do lugar das raízes em sistemas discretos no tempo;

4.3 - Controladores PID e algoritmos de controle em sistemas discretos no tempo;

4.4 - Funções recursivas;

4.5 - Arquiteturas de sistemas de controle digital; e

4.6 - Aplicações de controle digital em equipamentos/sistemas em uso na MB.

**3) DIRETRIZES ESPECÍFICAS**

a) Para cursar esta disciplina o OA tem com pré-requisito ter cursado, com aproveitamento, a disciplina Sistemas de Controle e Automação I (SCA-I); e

b) As aulas serão ministradas utilizando-se as técnicas de ensino de Aula Expositiva, Aula Prática e Estudo Dirigido.

**4) AVALIAÇÕES DA APRENDIZAGEM**

a) Média aritmética entre os resultados obtidos em duas avaliações conforme abaixo distribuídas:

I - uma prova escrita, referente às UE 1 a 4. Deverão ser utilizados 2 TA para aplicação 1 TA para os comentários e vista de prova, a serem computados na UE 4; e

II - um trabalho individual, referente a todas as UE. Deverão ser utilizados 2 TA para a elaboração e 1 TA para os comentários e vista do trabalho individual, a serem computados na UE 4.

b) O roteiro para realização do trabalho e os critérios de avaliação constarão do projeto específico da disciplina.

## 5) RECURSOS INSTRUCIONAIS

a) Quadro branco;
b) Microcomputador com projetor multimídia; e
c) Laboratório com computadores e Programa MatLab/Toolboxes ou similar.

## 6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Indispensável:**

OGATA, Katsushiko. **Engenharia de Controle Moderno**. New York: Prentice Hall, 1990.

**Complementares:**

a) HOUPIS, Constantine H., SHELDON, Stuart N. **Linear Control System Analysis and Design with MATLAB**. 6ª Ed. Boca Raton, FL.: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2003.
b) LATHI, Bhagwandas Pannalal. **Sinais e Sistemas Lineares**. 2ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2007.

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

| | |
|---|---|
| **OM: CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK** | |
| **CURSO: APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM SISTEMAS DE ARMAS** | |
| **CÓDIGO: PES** | **CARGA HORÁRIA: 40 HORAS** |
| **DISCIPLINA: PROCESSAMENTO ESTATÍSTICO DE SINAIS** | **ATUALIZADO EM 2019** |
| **SUMÁRIO** | |

## 1) OBJETIVO DA DISCIPLINA

Identificar os conceitos estatísticos utilizados em técnicas de processamento de sinais, que serão utilizadas para detecção de sinais e, principalmente, para a disciplina Rastreamento Multi-Alvo e Fusão de Dados Multisensor.

## 2) LISTA DE UNIDADES DE ENSINO

**1 - ESTIMAÇÃO BAYESIANA........................................................................ 17 HORAS**

1.1 - Conceitos gerais;
1.2 - Estimadores MAP e MMSE;
1.3 - Estimadores Bayesianos sequenciais;
1.4 - Filtro de Kalman; e
1.5 - Filtros de partículas.

**2 - ESTIMADORES DE MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA (ML)............................12 HORAS**

2.1 - Definição;
2.2 - Propriedades de estimadores;
2.3 - Matriz de informação de Fisher e limite de Cramér-Rao;
2.4 - Estimação ML de parâmetros em matrizes de covariância e vetores média estruturados; e
2.5 - Aplicações em identificação de sistemas e análise modal.

**3 - DETECÇÃO.............................................................................................. 11 HORAS**

3.1 - Testes de Neyman-Pearson;
3.2 - Testes de Bayes e Minimax;
3.3 - Estatísticas sufucientes;
3.4 - Detecção de sinais determinísticos conhecidos em ruído gaussiano;
3.5 - Detecção de sinais aleatórios em ruído gaussiano;
3.6 - Introdução a testes de hipóteses compostas;
3.7 - Testes UMP e GLRT; e
3.8 - Detecção de sinais determinísticos com parâmetros desconhecidos em ruído gaussiano.

## 3) DIRETRIZ ESPECÍFICA

Serão utilizadas técnicas de Aula Expositiva e Aula Prática, essa última utilizando listas de exercícios e utilização de softwares para exercícios de simulação em laboratório (Matlab).

## 4) AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

a) Média aritmética entre os resultados obtidos em duas avaliações conforme abaixo distribuídas:

I - uma prova escrita, referente às UE 1 a 3. Deverão ser utilizados 2 TA para aplicação e 1 TA para os comentários e vista de prova, a serem computados na UE 3; e

II - um trabalho individual, referente a todas as UE. Deverão ser utilizados 2 TA para a elaboração e 1 TA para os comentários e vista do trabalho, a serem computados na UE 3.

b) O roteiro para realização do trabalho e os critérios de avaliação constarão do projeto específico da disciplina.

**5) RECURSOS INSTRUCIONAIS**

a) Quadro branco;
b) Microcomputador com projetor multimídia; e
c) Laboratório com computadores para os alunos e Programa MatLab/Toolboxes ou similar.

**6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**Indispensável:**

SCHARF, Louis L. **Statistical Signal Processing: Detection, Estimation and Time Series Analysis.** New York: Pearson/Addison-Wesley Publishing Company, 1991.

**Complementares:**

a) DOUCET, Arnaud, FREITAS, Nando de, GORDON, Neil. **Sequential Monte Carlo Methods in Pratice. New York:** Springer-Verlag NY, 2001.
b) KAY, Steven M. **Fundamentals of Statistical Signal Processing: Estimation Theory.** New York: Prentice-Hall, 1993.
c) KAY, Steven M. **Fundamental of Statistical Signal Processing: Detection Theory.** New York: Prentice-Hall, 1998.

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

| | |
|---|---|
| **OM: CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK** | |
| **CURSO: APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM SISTEMAS DE ARMAS** | |
| **CÓDIGO: ISC** | **CARGA HORÁRIA: 45 HORAS** |
| **DISCIPLINA: INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE COMBATE** | **ATUALIZADO EM 2019** |
| **SUMÁRIO** | |

**1) OBJETIVO DA DISCIPLINA**

Analisar o processo de construção do Sistema como um todo, de suas partes (software, hardware, operação, etc.) e das interfaces entre eles de forma a resolver problemas reais e potenciais no funcionamento do sistema.

**2) LISTA DE UNIDADES DE ENSINO**

**1 - A ATIVIDADE DE INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS.............................................02 HORAS**

1.1 - A importância da Integração de Sistemas;
1.2 - Perfil de um Integrador de Sistemas; e
1.3 - Competências de um Integrador de Sistemas.

**2 - INTRODUÇÃO A SISTEMAS E SEUS COMPONENTES ..................................03 HORAS**

2.1 - Características de Sistemas e Sistemas de Sistemas;
2.2 - Componentes de Software e de Hardware; e
2.3 - Considerações de Operação e de Ergonomia.

**3 - ARQUITETURA DE SISTEMAS E DE SISTEMAS DE SISTEMAS (SOS).......03 HORAS**

3.1 - Projeto de Alto Nível de Sistemas;
3.2 - Projeto Detalhado de Sistemas;
3.3 - Abordagens para Integração de sistemas: Tradicional x Sistêmica;
3.4 - Fase para Integração de Sistemas; e
3.5 - Ferramentas para suporte à Integração de Sistemas.

**4 - INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE COMBATE...................................................03 HORAS**

4.1 - Plataforma de combate;
4.2 - Módulos e componentes de um sistema de combate básico- navio;
4.3 - Noções de troca de informação interna entre módulos;
4.4 - Noções de troca de informação entre sistemas; e
4.5 - Sistemas de combate modernos.

**5 - INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS ........................................................................10 HORAS**

5.1 - Com interface humana - A Engenharia dos Fatores Humanos;
5.2 - Em Defesa;
5.3 - Integração e Arquitetura de Sistemas: uma visão geral dos princípios, práticas e perspectivas; e
5.4 - Métodos e práticas da Integração de Sistemas de Sistemas.

**6 - VERIFICAÇÃO, VALIDAÇÃO E ACEITAÇÃO DE SISTEMAS.......................07 HORAS**

6.1 - Revisões Técnicas;
6.2 - Medidas de Desempenho Técnico;
6.3 - Outros Métodos e ferramentas de Verificação e de Validação; e
6.4 - Sumário de pontos importantes.

**7 - INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE COMBATE – DO PLANEJAMENTO AO TESTE ........................................................................................................................06 HORAS**

7.1 - Planejamento da integração;
7.2 - Noções de módulos de integração;
7.3 - Noções de programas para acordo de interface;
7.4 - Noções de integração com o utilizador - IHM;
7.5 - Interação de design com os elementos de hardware e software;
7.6 - Auditorias de configuração de sistemas - Funcional e Física;
7.7 - Qualificação; e
7.8 - Técnicas e ferramentas de teste.

**8 - WORKSHOP.........................................................................................................02 HORAS**

8.1 - Sistemas de Combate; e
8.2 - Integração de Sistemas de Combate.

**9 - PRÁTICA DE LABORATÓRIO E ESTUDO MONITORADO............................09 HORAS**

9.1 - Práticas em Revisões Críticas do Projeto; e
9.2 - Integração de Sistemas de Combate.

## 3) DIRETRIZ ESPECÍFICA

A disciplina será conduzida com aula expositiva em sala de aula e aula prática em laboratório de informática com programa MATLab, com desenvolvimento de modelos matemáticos e simulações, com demonstração pelo docente e desenvolvimento de programas e simulações pelos alunos.

## 4) AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

a) Média aritmética entre os resultados obtidos em duas avaliações conforme abaixo distribuídas:

I - uma prova escrita, referente às UE 1 a 9. Deverão ser utilizados 2 TA para aplicação e 1 TA para os comentários e vista de prova, a serem computados na UE 9; e

II - um trabalho individual, referente a todas as UE. Deverão ser utilizados 2 TA para a elaboração e 1 TA para os comentários e vista do trabalho, a serem computados na UE 9.

b) O roteiro para realização do trabalho e os critérios de avaliação constarão do projeto específico da disciplina.

## 5) RECURSOS INSTRUCIONAIS

a) Quadro branco;
b) Microcomputador com projetor multimídia; e
c) Laboratório.

## 6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Indispensáveis:**

a) BOOTHER, Harold R. **Handbook of Human systems Integration.** New Jersey: Wiley – John Wiley & Sons, Inc., 2005.

b) KOSSIAKOFF, Alexander, SWEET, William N. SEYMOUR, Samuel J., BIEMER, Swteven M., **Systems Engineering Principles and Practice.** New Jersey: Ed. Wiley-Interscience, 2011.

**Complementares:**

a) Academic Invest. **How to Become a Systems Integration Engineer: Career Path Guide.** Academic Invest: Disponível em: <https://www.academicinvest.com/engineering-

careers/software-engineering-careers/how-to-become-a-systems-integration-engineer.> Acesso em: 24 jun. 2019.

b) ANDREW, P. Sage, LYNCH, Charles L. In**tegration and Systems Architecture: An Overview of Principles, Practices and Perspectives.** System Engineering Journal – vol.1 Issue 3, pag. 176-227. Wiley Online Library, 1998.

c) GHOLZ, Eugene. **America's Innovative advantage – Systems Integration in the US Defense Industry.** Patterson School of Diplomacy & Int'l Commerce - University of Kentucky -meeting of the American Political Science Association in Boston, Massachusetts, 2002.

d) INCOSE UKAB WG. **INCOSE Systems Engineering Competencies Framework- v2-200611.** International Council on Systems Engineering (INCOSE): San Diego, CA, USA, 2010.

e) LEDNICKI, Luka. **Component-Based Development for Software and Hardware Components.** University of Zagreb - Mälardalen University, 2008.

f) MITRE's Systems Engineering Guide. **Systems Integration.** Disponível em: <https://www.mitre.org/publications/systems-engineering-guide/se-lifecycle-building-blocks/systems-integration>. Acesso em: 24 jun. 2019.

g) UK_MoD. **Def Stan 21-59 Issue 2 - Systems Engineering Guide for Naval Combat Systems. Defence Logistics Organisation (DLO) Agency,** Ministry of Defence (MOD), United Kingdom, 2006.

h) WALDEN, David D., ROEDLER, Garry J., e outros. **INCOSE Systems EngineeringHandbook, A Guide for System Life Cycle Process and Activities.** 4th Edition. New Jersey: Wiley – John Wiley & Sons, Inc., 2015.

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

| |
|---|
| **CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK** |
| **CURSO: APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM SISTEMAS DE ARMAS** |
| **CÓDIGO: MSE CARGA HORÁRIA: 40 HORAS**<br>**DISCIPLINA: MICROCONTROLADORES E SISTEMAS EMBARCADOS**<br>**ATUALIZADO EM 2019** |
| **SUMÁRIO** |

**1) OBJETIVO DA DISCIPLINA**

Identificar as características de componentes de sistemas embarcados, assim como micro-controladores, que atendem a propósitos de projetos de sistemas computacionais específicos, com restrição de capacidade de memória, processamento, bateria e dimensões.

**2) LISTAS DE UNIDADES DE ENSINO**

**1 - CONCEITUAÇÃO DE SISTEMA EMBARCADO..................................................01 HORA**

1.1 - Apresentação do plano de curso; e
1.2 - Metodologia de ensino-aprendizagem e avaliação.

**2 - CONCEITOS E CARACTERÍSTICAS DE SISTEMAS EMBARCADOS...........03 HORAS**

2.1 - Conceitos de sistemas embarcados;
2.2 - Principais características de sistemas embarcados;
2.3 - Aplicações de sistemas embarcados; e
2.4 - Metodologia de projeto de sistemas embarcados.

**3 - ESTRUTURA DE UM SISTEMA MICROPROCESSADO..................................03 HORAS**

3.1 - Conceitos básicos e características dos microcontroladores e dos microprocessadores;
3.2 - História dos microcontroladores;
3.3 - Exemplos de microcontroladores comerciais;
3.4 - Aplicações dos microcontroladores; e
3.5 - Arquitetura dos microcontroladores - memórias de dados e programação dos microcontroladores e métodos de endereçamento. Interfaces com o mundo externo. Acesso a portas de entrada/saída. Barramentos - definições e conceitos.

**4 - AS FAMÍLIAS DE MICROCONTROLADORES..................................................04 HORAS**

4.1 - Introdução aos microprocessadores MSP430, MCS51, ARM e ATMEL.

**5 - AMBIENTES INTEGRADOS DE PROGRAMAÇÃO..........................................04 HORAS**

5.1 - Técnicas de Projeto de Sistemas Embarcados - requisitos, especificação, projeto da arquitetura software. Conceito e exemplos de projetos baseados em plataformas. Integração de sistemas; e
5.2 - Classificação de Modelos de Computação (MOC) - MOCs para sistemas embarcados; modelos Síncronos e Assíncronos; modelos temporizados e não temporizados; interfaces entre MOCs pertencentes ao mesmo domínio e a domínios diferentes; integração de diferentes MOCs em um sistema embarcado.

**6 - TEMPORIZADORES, RELÓGIOS E CÃO DE GUARDA.................................04 HORAS**

6.1 - Arquitetura dos microcontroladores;
6.2 - Temporizadores - Interrupções;
6.3 - Relógios - Sistema de Reset e Clock; e

6.4 - Cão de Guarda ( Watch Dog).

**7 - PROGRAMAÇÃO CONCORRENTE E EM TEMPO REAL...............................09 HORAS**

7.1 - Conjunto de instruções dos microcontroladores;
7.2 - Linguagem “Assembly” dos microcontroladores;
7.3 - Linguagens “C” de alto nível para microcontroladores; e
7.4 - Sistemas Operacionais Embarcados: escalonamento e estados de um processo, estrutura de um Sistema Operacional Embarcado, restrições temporais em processos e comunicação entre processos.

**8 - REDES DE MICROCONTROLADORES E PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO...........**
**.............................................................................................................................05 HORAS**

8.1 - Interfaces Paralelas - portas paralelas de entrada/saída;
8.2 - interfaces Seriais - portas de comunicação seriais;
8.3 - Contadores de tempo e eventos;
8.4 - Conversores analógicos/digitais e digitais/analógicos;
8.5 - protocolos de comunicação para sistemas embarcados; e
8.6 - Projeto de Infraestrutura de Comunicação.

**9 - SENSORES E ATUADORES.........................................................................03 HORAS**

9.1 - Tipos, características e princípios de funcionamento.

**10 - PRÁTICA DE LABORATÓRIO................................................................04 HORAS**

10.1- Infraestrutura de Comunicação para Sistemas Embarcados.

**3) DIRETRIZ ESPECÍFICA**

Serão utilizadas técnicas de Aula Expositiva e Aula Prática, essa última utilizando listas de exercícios e utilização de softwares para exercícios de simulação em laboratório. Esta disciplina deverá ser cursada após a disciplina Arquiteturas para Alto Desempenho.

**4) AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM**

a) Média aritmética entre os resultados obtidos em duas avaliações conforme abaixo distribuídas:
I - uma prova escrita, referente às UE 1 a 10. Deverão ser utilizados 2 TA para aplicação e 1 TA para os comentários e vista de prova, a serem computados na UE 7; e
II - um trabalho individual, referente a todas as UE. Deverão ser utilizados 2 TA para a elaboração e 1 TA para os comentários e vista do trabalho, debitando 1 TA das UE 8, 9 e 10.

b) O roteiro para realização do trabalho e os critérios de avaliação constarão do projeto específico da disciplina.

**5) RECURSOS INSTRUCIONAIS**

a) Quadro branco;
b) Microcomputador com projetor multimídia; e
c) Laboratório.

**6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**Indispensável:**

WOLF, Marilyn. **Computers as Components: Principles of Embedded Computing System Design.** Burlington, Massachusetts: Morgan Kaufmann, 2001.

**Complementares:**

a) CRISP, John. **Introduction to Microprocessors and Microcontrollers.** Boston: Newnes, 2004.

b) JANTSCH, Axel. **Modeling embedded systems and SoC´s: Concurrency and Time in Models of Computation (Systems on Silicon).** Burlington, Massachusetts: Morgan Kaufmann, 2003.

c) JERRAYA, Ahmed Amine, WOLF, Wayne. Multiprocessor Systems-on-Chips. Burlington, Massachusetts: Morgan Kaufmann, 2005.

d) SILVA, Clarence W. de. **Sensors and Actuators – Engineering System Instrumentation.** Boca Raton, FL.: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2015.

e) WILMSHURST, Tim. **Designing Embedded Systems with PIC Microcontrollers: Principles and Applications.** Boston: Newnes, 2009.

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

| |
|---|
| **OM: CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK** |
| **CURSO: APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM SISTEMAS DE COMBATE** |
| **CÓDIGO: MEN** **CARGA HORÁRIA: 48 HORAS**<br>**DISCIPLINA: MATERIAIS ENERGÉTICOS**<br>**ATUALIZADO EM 2019** |
| **SUMÁRIO** |

**1) OBJETIVO DA DISCIPLINA**
Identificar os fundamentos de materiais energéticos, como explosivos, pirotécnicos e propelentes.

**2) LISTA DE UNIDADES DE ENSINO**

**1 - INTRODUÇÃO A QUÍMICA ORGÂNICA…………………………….....….... 04 HORAS**
1.1 - Propriedades físicas dos compostos orgânicos;
1.2 - Diferenciação de cadeias carbônicas (alifáticas, aromáticas e outras);
1.3 - Identificação das funções orgânicas e suas nomenclaturas e aplicabilidade; e
1.4 - Isomeria geométrica e óptica de compostos orgânicos.

**2 - EXPLOSIVOS.............................................................................................................12 HORAS**
2.1 - Definições Gerais;
2.2 - Propriedades Físicas e Químicas;
2.3 - Propriedades Explosivas;
2.4 - Testes de Avaliação e Principais Usos;
2.5 - Prática no Manuseio de Explosivo; e
2.6 - Testes em Campo.

**3 - PROPELENTES ..................................................................................................… 15 HORAS**
3.1 - Definições Gerais;
3.2 - Propriedades Físicas e Químicas;
3.3 - Testes de Avaliação;
3.4 - Operação de Fabricação de Propelentes para Armas de Cano:
3.4.1 - Base Simples;
3.4.2 - Base Dupla; e
3.4.3 - Base Tripla.
3.5 - Propelentes de Foguetes:
3.5.1 - Base Dupla; e
3.5.2 - Estruturada e Moldada.
3.6 - Propelente Compósito. Pólvora Negra.

**4 - PIROTÉCNICOS ...................................................................…….........................08 HORAS**
4.1 - Definições Gerais: materiais utilizados e principais usos dos iniciadores;
4.2 - Elementos de Retardo;
4.3 - Composições Fumígenas e Luminosas;
4.4 - Dispositivos Eletro-Explosivos; e
4.5 - Pirotécnicos para Foguetes.

**5 - ASPECTOS DE SEGURANÇA NO MANUSEIO DE EXPLOSIVOS..................09 HORAS**

**3) DIRETRIZ ESPECÍFICA**

A disciplina será ministrada utilizando-se a técnica de Aula Expositiva.

**4) AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM**

a) Média aritmética entre os resultados obtidos em duas avaliações conforme abaixo distribuídas:

I - uma prova escrita, referente às UE 1 a 4. Deverão ser utilizados 2 TA para aplicação e 1 TA para os comentários e vista de prova, a serem computados na UE 4; e

II - um trabalho individual, referente a todas as UE. Deverão ser utilizados 1 TA para a elaboração e 1 TA para os comentários e vista, a serem computados na UE 5.

b) O roteiro para realização do trabalho e os critérios de avaliação constarão do projeto específico da disciplina.

**5) RECURSOS INSTRUCIONAIS**

a) Quadro branco; e

b) Microcomputador com projetor multimídia.

**6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**Indispensável:**

BRASIL. Ministério da Aeronáutica. **MCA-135-2 - Manual de Segurança de Explosivos,** 2012.

**Complementares:**

a) CALZIA, J., **"Les Substances Explosives et Leurs Nuisances".** Editora Dunod, Paris, 1ª ed. 1969.

b) COOK, M. A., **"The Science of High Explosives"**. Editora Robert E. Krieger Publishing Co. Inc., Huntington, N. Y., 2ª ed. 1971.

c) EUA. **TM-9-1300-214/TO Technical Manual. Department of the Army and the Air Force.** Washington, 1967.

d) US ARMY. **AMCP-706-177 Engineering Design Handbook Explosives.** Washington: Army Material Command, 1971.

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

| | |
|---|---|
| **OM: CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK** | |
| **CURSO: APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM SISTEMAS DE ARMAS** | |
| **CÓDIGO: LET**<br>**DISCIPLINA: LETALIDADE** | **CARGA HORÁRIA: 40 HORAS**<br><br>**ATUAIZADO EM 2019** |
| **SUMÁRIO** | |

**1) OBJETIVO DA DISCIPLINA**

Analisar os fatores que indicam a probabilidade de sucesso do Armamento.

**2) LISTA DE UNIDADES DE ENSINO**

**1 - PROBABILIDADE DE ACERTAR O ALVO (PH)..............................................02 HORAS**

1.1 - Alvos circulares, retangulares e elípticos.

**2 - "SINGLE-SHOT KILL PROBABILITY" (SSKP)............................................... 02 HORAS**

2.1 - Avaliação da sskp utilizando a área letal; e

2.2 - Avaliação da sskp utilizando a área vulnerável.

**3 - PROBABILIDADE DE NEUTRALIZAR ACUMULADA.................................. 04 HORAS**

3.1 - Probabilidade de neutralizar um alvo.

**4 - CONCEITOS GERAIS SOBRE A LETALIDADE DO ARMAMENTO............ 02 HORAS**

**5 - RELAÇÃO CABEÇA-DE-GUERRA/ESPOLETA/MECANISMO DE SEGURANÇA E ARMAR (SAU) ..........................................................................................................02 HORAS**

**6 - ERROS DE GUIAMENTO.......................................................................................01 HORAS**

**7 - MEDIDAS DE NEUTRALIZAÇÃO...................................................................... 01 HORAS**

7.1 - Hierarquização dos efeitos destrutivos do armamento e da missão.

**8 - CONCEITOS DE DEFESA AÉREA.........................................................................04 HORAS**

8.1 - Susceptibilidade;

8.2 - Vulnerabilidade; e

8.3 - Capacidade de sobrevivência.

**9 - MECANISMOS E PROCESSOS DE DANOS.......................................…..... 02 HORAS**

**10 - TIPOS DE CABEÇAS DE GUERRA E SEUS EFEITOS TERMINAIS...…......02 HORAS**

**11 - FRAGMENTAÇÃO.........................................................................................…......04 HORAS**

11.1 - Modelos de previsão de fragmentação;

11.2 - Velocidade inicial dos fragmentos; e

11.3 - Métodos experimentais.

**12 - EFEITO DE SOPRO.................................................................................................01 HORAS**

12.1 - Modelos de previsão do efeito de sopro.

**13 - EFEITO MONROE...................................................................................................02 HORAS**

13.1 - Conceitos da perfuração de chapas metálicas por jato metálico (efeito Monroe);
13.2 - Estimativas de perfuração; e
13.3 - Variáveis envolvidas no desempenho do jato metálico.

**14 - CRATERA...............................................................................................................01 HORAS**

14.1 - Modelos de previsão de efeito de cratera; e
14.2 - Penetração em solo.

**15 - PROJETO DE CABEÇAS DE GUERRA...........................................................10 HORAS**

## 3) DIRETRIZ ESPECÍFICA

Serão utilizadas as técnicas de Aula Expositiva e de Demonstração Prática.

## 4) AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Média aritmética entre os resultados obtidos em duas avaliações conforme abaixo distribuídas:
a) uma prova escrita, referente às UE 1 a 8. Deverão ser utilizados 2 TA para aplicação e 1 TA para os comentários e vista de prova, debitando 1 TA das UE 3, 4 e 8; e
b) uma prova escrita, referente às UE 9 a 15. Deverão ser utilizados 2 TA para aplicação e 1 TA para os comentários e vista de prova, a serem computados na UE 15.

## 5) RECURSOS INSTRUCIONAIS

a) Quadro branco;
b) Microcomputador com projetor multimídia; e
c) Laboratório.

## 6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Indispensável:**

BALL, Robert E., **The Fundamentals of Aircraft Survivability Analysis and Design,** 2ª Ed, AIAA - .American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2003.

**Complementares:**

a) JAISWAL N.K., **Military Operations Research Quantitative Decision Making.** New York: Kluer Academic Publishers - Springer US, 1997.
b) PRZEMIENIECKI J.S., **Mathematical Methods in Defense Analyses**, 3ª Ed, AIAA -American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2000.

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

| | |
|---|---|
| **OM:CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK** | |
| **CURSO: APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM SISTEMAS DE ARMAS** | |
| **CÓDIGO: SAB** | **CARGA HORÁRIA: 40 HORAS** |
| **DISCIPLINA: SIMULAÇÃO E CONTROLE DE ARTEFATOS BÉLICOS** | **ATUALIZADO EM 2019** |
| **SUMÁRIO** | |

**1) OBJETIVO DA DISCIPLINA**

Obter, por meio de simulações, uma primeira estimativa do comportamento do armamento, antes mesmo da construção de um protótipo ou da fase de ensaios em voo, empregando como base de simulação um míssil e bombas guiadas.

**2) LISTA DE UNIDADES DE ENSINO**

**1 - MOTIVAÇÃO DO CURSO E APRESENTAÇÃO DE UM MÍSSIL.....................04 HORAS**

1.1 - Importância da modelagem e simulação computacional;
1.2 - Arquitetura física e funcional dos subsistemas de um míssil; e
1.3 - Barramentos de comunicação. Simulação Hardware-in-the-Loop.

**2 - BASE MATEMÁTICA PARA SIMULADORES...................................................04 HORAS**

2.1 - Interpoladores Nearest Neieghbor, linear, multilinear e spline;
2.2 - Integradores numéricos: métodos de Euler, Runge-Kutta e adaptativos; e
2.3 - Geradores de distribuição pseudoaleatória para simuladores. Sementes.

**3 - BASE FÍSICA PARA SIMULADORES..................................................................09 HORAS**

3.1 - Atmosfera padrão e modelos de vento, rajada e turbulência;
3.2 - Referências inerciais, ITRS, ECI, ECEF, NED, corpo (FRD) e aerodinâmico;
3.3 - Sistema de coordenadas do sistema geodésico WGS84;
3.4 - Notações vetoriais com referencial. Equação de Coriolis;
3.5 - Referencial inercial e referencial girante. Transformação de coordenadas;
3.6 - Orientações no espaço: ângulos de Euler e matrizes de rotação;
3.7 - Gravidade, empuxo e esforços aerodinâmicos; e
3.8 - Dinâmica do corpo rígido em 6 graus de liberdade (6DoF). Equações de Euler.

**4 - SIMULAÇÕES BALÍSTICAS........................................................................07 HORAS**

4.1 - Equações para simulador de 3 graus de liberdade (3DoF). Modelo de Terra plana;
4.2 - LAB: Simulação balística da bomba de Baixo Arrasto para fins Gerais (BAFG) em 3DoF;
4.3 - Visualização do Envelope de fragmentação e Bomba com Freio Aerodinâmico (BFA);
4.4 - LAB: Simulação balística em 6DoF com Equações de Euler; e
4.5 - LAB: Simulações Monte-Carlo e Erro Circular Provável (CEP).

**5 - CONTROLE DE BOMBAS DE PLANEIO GUIADAS..........................................06 HORAS**

5.1 - Leis de guiamento por perseguição de atitude e velocidade. Controle de rolamento;
5.2 - Modelo de erros da plataforma inercial. Dinâmica dos atuadores;
5.3 - Projeto de malhas de controle. Autopiloto de atitude;
5.4 - LAB: Simulação e análise de uma bomba guiada para um alvo pré-programado; e
5.5 - Visualização da fronteira do Dynamic Lauch Zone (DLZ) do armamento.

**6 - CONTROLE DE MÍSSEIS...........................................................................................10 HORAS**

6.1 - Variação do centro de gravidade. Equacionamento da propulsão por ejeção de massa;

6.2 - Lei de navegação proporcional. Autopiloto de aceleração;

6.3 - LAB: Simulação no plano em 3 graus de liberdade de um míssil ar-ar de curto alcance; e

6.4 - Visualização da fronteira do No-Escape-Zone (NEZ) do armamento.

**3) DIRETRIZES ESPECÍFICAS**

a) Serão utilizadas as técnicas de Aula Expositiva e de Demonstração Prática; e

b) A disciplina será ministrada numa sala de computadores, em que os OA vão fazer, em tempo real, a simulação de um míssil durante as aulas e em conjunto com os professores.

**4) AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM**

a) Média aritmética entre os resultados obtidos em duas avaliações conforme abaixo distribuídas:

I - uma prova escrita, referente às UE 1 a 6. Deverão ser utilizados 2 TA para aplicação e 1 TA para os comentários e vista de prova, a serem computados na UE 6; e

II - um trabalho individual, referente a todas as UE. Deverão ser utilizados 2 TA para a elaboração e 1 TA para os comentários e vista do trabalho, a serem computados na UE 6.

b) O roteiro para realização do trabalho e os critérios de avaliação constarão do projeto específico da disciplina.

**5) RECURSOS INSTRUCIONAIS**

a) Quadro branco;

b) Microcomputador com projetor multimídia; e

c) Laboratório com computadores para os alunos e Programa MatLab/Toolboxes ou similar.

**6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**Indispensável:**

STICKLAND, Jeffrey. **Missile Simulation: surface-to-air missiles.** Lulu Press, Inc 2012.

**Complementares:**

a) TEUKOLSKY, S. A. **Numerical Recipes in Fortran: The Art of Scientific Computing.** Cambridge, MA: Press, W.H, 1992.

b) TEUKOLSKY, S. A. N**umerical Recipes Example Book.** Cambridge, MA: Press, W.H., 1992.

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

| **OM: CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK** |
|---|
| **CURSO: APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM SISTEMAS DE ARMAS** |
| **CÓDIGO: TSA CARGA HORÁRIA: 52 HORAS**<br>**DISCIPLINA: TECNOLOGIA DE SENSORES E ATUADORES EM ARMAMENTO**<br>**ATUALIZADO EM 2019** |
| **SUMÁRIO** |

**1) OBJETIVO DA DISCIPLINA**

Identificar as soluções tecnológicas para controle, emprego e acionamento de armamentos.

**2) LISTA DE UNIDADES DE ENSINO**

**1 - INTRODUÇÃO A MICROONDAS............................................................. 03 HORAS**

1.1 - Principais conceitos.

**2 - INTRODUÇÃO À ANTENAS........................................................................03 HORAS**

**3 - RECEPTORES DE MICROONDAS.........................................................04 HORAS**

3.1 - Principais parâmetros, tipos, aplicações e projeto.

**4 - NOÇÕES DE RADAR APLICADOS EM PROJETOS DE DEFESA..................05 HORAS**

4.1 - Definição dos parâmetros do radar com vistas á missão;
4.2 - Radar de vigilância;
4.3 - Radar milimétrico;
4.4 - Radar diretor de tiro; e
4.5 - Técnicas de processamento de sinal radar.

**5 - SENSORES IR..............................................................................................05 HORAS**

5.1 - Conceituação, principais elementos e redução de dados.

**6 - SENSORES INERCIAIS E SUA INTEGRAÇÃO COM GPS.............................. 05 HORAS**

6.1 - Navegação inercial.

**7 - ATUADORES.............................................................................................. 13 HORAS**

7.1 - Principais conceitos;
7.2 - Conceito de dispositivo mecatrônico;
7.3 - Tipos de atuadores de armamentos guiados: mecânicos, elétricos, pneumáticos;
7.4 - Atuador eletromecânico: tipos de conversores de movimento, tipos de motores e principais características, AC/DC (convencional e brushless) e motor de passo;
7.5 - Motor DC Convencional: modelagem matemática convencional, tipos de acionamento, controle dos motores e características;
7.6 - Eletrônica do atuador elétrico: de potência e digital, ponte H e microcontrolador;
7.7 - Computação do atuador elétrico: funções primárias e secundárias, malhas de controle e aspectos gerais de projeto de malha de controle;
7.8 - Exemplos de atuadores eletromecânicos aplicados em mísseis da FAB;
7.9 - Sensores de atuadores de armamentos guiados: girômetros, acelerômetros, potenciômentros, encoders óptico (absoluto e incremental) e magnético, sensores de efeito hall;
7.10 - Atuador pneumático: tipos (gás frio e gás quente);
7.11 - Válvulas: tipos;

7.12 - Válvulas Direcionais: representação por diagrama de quadrados;
7.13 - Modelagem matemática de atuador a gás quente. Exemplos de atuadores pneumáticos aplicados em mísseis da FAB; e
7.14 - Aspectos gerais de requisitos e especificações de projetos de atuadores para superfícies de controle de armamentos guiados.

**8 - ESTADO DA ARTE DE SENSORES.........................................................................08 HORAS**
8.1 - MAGE/MAE;
8.2 - Abaixo d'água:
8.2.1 - Sonar de casco;
8.2.2 - Sonar de flanco;
8.2.3 - VSA; (" Veículo Submarino Autônomo");
8.2.4 - ACTAS ("Towed Array Aéreo");
8.2.5 - Sedução acústica;
8.2.6 - Sonar passive; e
8.2.7 - Identificação Passiva (DEMON, LOFAR).

**9 - ARMAS....................................................................................................................... 06 HORAS**.
9.1 - Minas e seus meios de sensoriamento para disparo de espoleta.

**3) DIRETRIZ ESPECÍFICA**
Serão utilizadas as técnicas de Aula Expositiva e de Demonstração Prática.

**4) AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM**
a) Média aritmética entre os resultados obtidos em duas avaliações conforme abaixo distribuídas:
I - uma prova escrita, referente às UE 1 a 9. Deverão ser utilizados 2 TA para aplicação e 1 TA para os comentários e vista de prova, a serem computados na UE 8; e
II - um trabalho individual, referente a todas às UE. Deverão ser utilizados 2 TA para a elaboração e 1 TA para os comentários e vista do trabalho, a serem computados na UE 9.
b) O roteiro para realização do trabalho e os critérios de avaliação constarão do projeto específico da disciplina.

**5) RECURSOS INSTRUCIONAIS**
a) Quadro branco;
b) Microcomputador com projetor multimídia; e
c) Laboratório.

**6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**
**Indispensável:**
ZARCHAN, Paul. **Tactical and Strategic Guidance.** 5ª Ed. AIAA - American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2012.
**Complementares:**
a) DERENIAK E. L., BOREMAN, G. D. . **Infrared Detectors and Systems.** New Jersey: Wiley Interscience, 1996.
b) VOORHIS, Van. **Microwave Receivers.** New York, NY: McGraw-Hill, 1948.

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

| | |
|---|---|
| **OM: CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK** | |
| **CURSO: APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM SISTEMAS DE ARMAS** | |
| **CÓDIGO: FDM** | **CARGA HORÁRIA: 50 HORAS** |
| **DISCIPLINA: RASTREAMENTO MULTI-ALVO E FUSÃO DE DADOS MULTISENSOR** | **ATUALIZADO EM 2019** |
| **SUMÁRIO** | |

**1) OBJETIVO DA DISCIPLINA**

Conceituar técnicas e algoritmos dos campos de rastreamento multialvo, múltiplos sensores, associação, correlação, fusão de dados e avaliação situacional.

**2) LISTA DE UNIDADES DE ENSINO**

**1 - INTRODUÇÃO.........................................................................04 HORAS**

1.1 - Conceito de rastreamento;
1.2 - Vantagem de múltiplos sensores;
1.3 - Aplicações militares e não militares;
1.4 - Arquitetura de Processos de Fusão de dados; e
1.5 - Modelo de Processo de Fusão de dados.

**2 - REVISÃO DE CONCEITOS..........................................................04 HORAS**

2.1 - Análise de Variância - Aplicação MatLab;
2.2 - Análise de Covariância - Aplicação MATBLAB; e
2.3 - Problema de estimativa de mínimos quadrados em sistemas dinâmicos.

**3 - FILTROS LINEARES...................................................................03 HORAS**

3.1 - Filtro de Kalman;
3.2 - Outros Filtros Lineares; e
3.3 - Comparação de Desempenho.

**4 - FILTROS NÃO LINEARES............................................................ 04 HORAS**

4.1 - Extended Kalman Filter; e
4.2 - Unscented Filter.

**5 - CONVERSÃO DE COORDENADAS NO RASTREAMENTO............................02 HORAS**

5.1 - Extended Kalman Filter (EKF); e
5.2 - Converted Measurement (CMKF).

**6 - MODELAGEM DE ALVOS DINÂMICOS...............................................12 HORAS**

6.1 - Alvo com Velocidade Contante; e
6.2 - Alvo com Velocidade Variável.

**7 - MÉTODOS BÁSICOS PARA ASSOCIAÇÃO DE DADOS.................................04 HORAS**

7.1 - Tipo de associação de dados:
7.1.1 - Medida para rastro - formação do rastreamento;
7.1.2 - Medida para o rastro - atualização de rastreamento; e
7.1.3 - Medida para rastro - fusão de rastro (múltiplos sensores).

**8 - ABORDAGEM DE MÚLTIPLAS HIPÓTESES.....................................................04 HORAS**

8.1 - Conceito de Gating.

**9 - GERENCIAMENTO E ALINHAMENTO DE SENSORES..................................03 HORAS**

9.1 - Importância do alinhamento dos sensores;

9.2 - Gerenciamento das atividades de alinhamento; e

9.3 - Avaliação Situacional.

**10 - PRÁTICA DE LABORATÓRIO...............................................................10 HORAS**

10.1 Exercícios com MatLab.

## 3) DIRETRIZ ESPECÍFICA

Serão utilizadas técnicas de Aula Expositiva e Aula Prática, essa última utilizando listas de exercícios e utilização de softwares para exercícios de simulação em laboratório (MatLab).

## 4) AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

a) Média aritmética entre os resultados obtidos em duas avaliações conforme abaixo distribuídas:

I - uma prova escrita, referente às UE 1 a 10. Deverão ser utilizados 2 TA para aplicação e 1 TA para os comentários e vista de prova, a serem computados na UE 10;

II - um trabalho individual, referente a todas as UE. Deverão ser utilizados 2 TA para a elaboração e 1 TA para os comentários e vista de trabalho, a serem computados na UE 10; e

b) O roteiro para realização do trabalho e os critérios de avaliação constarão do projeto específico da disciplina.

## 5) RECURSOS INSTRUCIONAIS

a) Quadro branco;

b) Microcomputador com projetor multimídia; e

c) Laboratório com computadores para os alunos e Programa MatLab/Toolboxes ou similar.

## 6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Indispensável:**

LIGGINS, Martin E., HALL, David L., Llinas. James. **Handbook of Multisensor Data Fusion: Theory and Practice**. 2nd Edition. 2008.

**Complementar:**

a) BLACKMAN, Samuel S., POPOLI, Robert. **Design and Analysis of Modern Tracking Systems.** Boston: Artech House Radar Library, 1999.

b) Hall, David L. . **Handbook of Multisensor Data Fusion.** Boca Raton, FL.: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2001.

c) JITENDRA, R. Raol. **Multi-Sensor Data Fusion with MATLAB.** Boca Raton, FL.: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2009.

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

| OM: CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK | |
|---|---|
| CURSO: APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM SISTEMAS DE ARMAS | |
| CÓDIGO : RAP | CARGA HORÁRIA: 60 HORAS |
| DISCIPLINA: REVISÃO ACELERADA DE PROGRAMAÇÃO | ATUALIZADO EM 2019 |
| SUMÁRIO | |

**1) OBJETIVO DA DISCIPLINA**
Aplicar conhecimento básico de programação na linguagem MatLab.

**2) LISTA DE UNIDADES DE ENSINO**

**1 - INTRODUÇÃO ......................................................03 HORAS**
1.1 - O que é MatLab?;
1.2 - Interface;
1.3 - Comando Help; e
1.4 - Usando o MatLab.

**2 - MATRIZES......................................................08 HORAS**
2.1 - Declaração de Variáveis;
2.2 - Operadores Matemáticos;
2.3 - Operações Matriciais;
2.4 - Operações termo a termo; e
2.5 - Matrizes Especiais.

**3 - FUNÇÕES ELEMENTARES NO MatLab..............................08 HORAS**
3.1 - Exemplo de funções especiais;
3.2 - Aplicações; e
3.3 - Variáveis especiais e suas aplicações.

**4 - WORKSPACE DO MatLab ..........................................08 HORAS**
4.1 - Formato de números;
4.2 - Números Complexos e operações;
4.3 - Sistemas Lineares e aplicações; e
4.4 - Polinômios, operações e aplicações.

**5 - OPERADORES....................................................06 HORAS**
5.1 - Operadores Lógicos; e
5.2 - Operadores Relacionais.

**6 - PROGRAMAÇÃO EM MATLAB.........................................08 HORAS**
6.1 - Programação de Funções;
6.2 - Aplicação das funções for, if, else e while;
6.3 - Desenvolvimento de algoritmos; e
6.4 - Plotagem de gráficos 2D e 3D.

**7 - APLICAÇÃO DE MATLAB EM CÁLCULO NUMÉRICO....................... 08 HORAS**
7.1 - Métodos de Integração; e
7.2 - Métodos de resolução de Equações Diferenciais Ordinárias.

**8 - APLICAÇÃO DE MATLAB EM SIMULAÇÕES................................................ 04 HORAS**

8.1 - Simulação Monte Carlo; e

8.2 - Resolução de problemas probabilísticos de grande complexidade.

**9 - INTRODUÇÃO AO SIMULINK................................................................... 07 HORAS**

9.1 - Simulação de Sistemas Dinâmicos.

## 3) DIRETRIZ ESPECÍFICA

Serão utilizadas as técnicas de Aula Expositiva e de Demonstração Prática, além de desenvolvimento, durante as aulas expositivas, de programas ilustrativos e aplicados.

## 4) AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

a) Média aritmética entre os resultados obtidos em três avaliações conforme abaixo distribuídas:

I - uma prova escrita, referente às UE 1 a 6. Deverão ser utilizados 2 TA para aplicação e 1 TA para os comentários e vista de prova, a serem computados na UE 4;

II - um trabalho individual, referente às UE 4 a 6. Deverão ser utilizados 2 TA para a elaboração e 1 TA para os comentários e vista do trabalho, a serem computados na UE 6; e

III - um trabalho individual, referente às UE 7 a 9. Deverão ser utilizados 2 TA para a elaboração e 1 TA para os comentários e vista do trabalho, a serem computados na UE 9.

b) O roteiro para realização dos trabalhos e os critérios de avaliação constarão do projeto específico da disciplina.

## 5) RECURSOS INSTRUCIONAIS

a) Quadro branco;

b) Microcomputador com projetor multimídia; e

c) Laboratório com computadores para os alunos e Programa MatLab/Toolboxes ou similar.

## 6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Indispensável:**

Chapman, Stephen J. - Programação em Matlab Para Engenheiros - Tradução da 5ª Edição Norte-Americana.

**Complementares:**

a) The MathWorks, Inc. MatWorks. MatLab and Simulink Tutorials. Disponível em: <https://www.mathworks.com/support/learn-with-matlab-tutorials.html> Acesso em: 24 jun 2019.

b) TutorialsPoint.. MatLab Tutorial. Disponível em: <https://www.tutorialspoint.com/matlab/> Acesso em: 24 jun 2019.

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

| |
|---|
| **OM: CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK** |
| **CURSO: APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM SISTEMAS DE ARMAS** |
| **CÓDIGO: GPL** **CARGA HORÁRIA: 50 HORAS**<br>**DISCIPLINA: GERENCIAMENTO DE PROJETOS E LOGÍSTICA**<br>**ATUALIZADO EM 2019** |
| **SUMÁRIO** |

**1) OBJETIVO DA DISCIPLINA**

Analisar os princípios básicos de Gerência de Projetos de Sistemas, Sistemas de Sistemas (SoS) de pequena ou grande complexidade para a MB.

**2) LISTA DE UNIDADES DE ENSINO**

**1 - A IMPORTÂNCIA DO GERENCIAMENTO ADEQUADO DE PROJETOS.......01 HORA**
1.1 - A utilização da Engenharia de Sistemas;
1.2 - Perfil de um gestor; e
1.3 - Competência dos gestores.

**2 - PROJETOS..........................................................................................................03 HORAS**
2.1 - Introdução;
2.2 - Conceitos; e
2.3 - Definições.

**3 - SISTEMAS......................................................................................................... 02 HORAS**
3.1 - Introdução;
3.2 - Conceitos; e
3.3 - Definições.
.
**4 - DEFINIÇÃO DO CONTEXTO DE UM PROJETO............................................. 03 HORAS**
4.1 - Contexto e Inter-relacionamentos;
4.2 - Projeto em Essência; e
4.3 - Gestão.

**5 - O GERENCIAMENTO ADMINISTRATIVO DO PROJETO - ÁREAS DE CONHECIMENTO & PROCESSOS ..........................................................................................05 HORAS**
5.1 - Áreas de conhecimento;
5.2 - Processos; e
5.3 - Liderança e Trabalho em equipe.

**6 - A GERÊNCIA TÉCNICA DE PROJETOS (DE ENGENHARIA DE SISTEMAS) ............... ....................................................................................................................... 03 HORAS**
6.1 - Gerenciamento do escopo e dos requisitos do sistema;
6.2 - Gerenciamento do projeto (“Design”) do sistema;
6.3 - Gerenciamento das interfaces do sistema;
6.4 - Gerenciamento dos dados de Engenharia;
6.5 - Gerenciamento da verificação & Validação do Sistema;
6.6 - Gerenciamento da Entrega (“Release”) e da Implantação; e

6.7 - Liderança e Gerenciamento da equipe de Engenharia.

**7 - PMBOK X "US DOD EXTENSION PMBOK" (DAU)........................................ 02 HORAS**

7.1 - "DoD Extension PMBOK versão 1.0", junho 2003, baseado na edição do PMBOK 2000;
7.2 - Tópicos específicos para Sistemas de Engenharia de Sistemas; e
7.3 - Prioridades do Secretário de Defesa (Rumsfeld).

**8 - SEÇÃO III DO "US DOD EXTENSION pmbok" - ÁREAS DE CONHECIMENTO DE AQUISIÇÃO PARA SISTEMAS DE DEFESA (DAU) ..........................................04 HORAS**

8.1 - Gerenciamento da Engenharia de Sistemas do Projeto;
8.2 - Gerenciamento da Aquisição de Software do Projeto;
8.3 - Gerenciamento da Logística do projeto;
8.4 - Gerenciamento de Testes e Avaliação do Projeto; e
8.5 - Gerenciamento da Produção do Projeto.

**9 - ANÁLISE DA VIABILIDADE DO PROJETO - TESTES DE ADEQUABILIDADE, EXEQUIBILIDADE E ACEITABILIDADE (AEA) ............................................04 HORAS**

9.1 - Método de Avaliação das propostas- testes AEA;
9.2 - Critérios de avaliação das propostas;
9.3 - "Request for Information - RFI" & "Request for Proposal - RFP";
9.4 - Confiabilidade;
9.5 - Manutenibilidade; e
9.6 - Fator humano.

**10 - FERRAMENTAS PARA ANÁLISE DE SISTEMAS..........................................05 HORAS**

10.1 - Alternativas e modelos de decisão;
10.2 - Modelos de avaliação econômica;
10.3 - Otimização do projeto;
10.4 - Teoria das filas;
10.5 - Conceitos e técnicas de controle; e
10.6 - Exercícios práticos utilizando "software" de simulação.

**11 - ESTRUTURA DE UM APOIO LOGÍSTICO INTEGRADO (ALI)...................05 HORAS**

11.1 - Apoio Logístico Integrado - elementos e processos;
11.2 - Processos de Apoio logístico integrado na estratégia da aquisição;
11.3 - Desenvolvimento Apoio Logístico Integrado;
11.4 - Aquisição: soluções, análises e redução dos riscos da aquisição;
11.5 - Fase de desenvolvimento de engenharia e manufatura;
11.6 - Fase de produção e implantação;
11.7 - Fase de operações e suporte; e
11.8 - Workshop: estrutura de um Sistema de Apoio Logístico Integrado.

**12 - O PROCESSO DE OBTENÇÃO NA MB SUA LOGÍSTICA ............................04 HORAS**

12.1 - A legislação federal;
12.2 - Instruções na MB;
12.3 - Exemplos práticos: projeto MODFRAG - Fragatas F-100/F-200/F300;
12.4 - Exemplos práticos: Programa SisGAAz;
12.5 - Exemplos práticos: Programa PROSUB; e
12.6 - Exemplos práticos: Programa MANSUP.

**13 - WORKSHOP.........................................................................................................02 HORAS**

13.1 - Gerenciamento de projetos de engenharia de sistemas; e
13.2 - Estudo da seção PMBOK x US DoD PMBOK Extensão (DAU).

**14 - PRÁTICA DE LABORATÓRIO..............................................................................04 HORAS**
14.1 - Análise da viabilidade de projetos - Testes AEA.

**15 - ESTUDO PRÁTICO MONITORADO..................................................................03 HORAS**
15.1 - Gerenciamento de projetos de engenharia de sistemas e suporte aos produtos dos sistemas na MB.

## 3) DIRETRIZ ESPECÍFICA

Serão utilizadas as técnicas de Aula Expositiva e Demonstração Prática.

## 4) AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

a) Média aritmética entre os resultados obtidos em duas avaliações conforme abaixo distribuídas:
I - uma prova escrita, referente às UE 1 a 5. Deverão ser utilizados 2 TA para aplicação e 1 TA para os comentários e vista de prova, a serem computados na UE 5.
II - um trabalho individual, referente a todas as UE. Deverão ser utilizados 1 TA para a elaboração e 1 TA para os comentários e vista do trabalho. Serão debitados 1 TA das UE 14 e 15.
b) O roteiro para realização do trabalho e os critérios de avaliação constarão do projeto específico da disciplina.

## 5) RECURSOS INSTRUCIONAIS

a) Microcomputador com projetor multimídia; e
b) Laboratório.

## 6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Indispensáveis:**
a) KOSSIAKOFF, Alexander, SWEET, William N. SEYMOUR, Samuel J., BIEMER, Swteven M. **Systems Engineering Principles and Practice.** New Jersey: Ed. Wiley-Interscience, 2011.
b) Project Management Institute (PMI). **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (PMBOK).** 5ª ed. São Paulo: Editora Saraiva.
**Complementares:**
a) DAU, Defense Acquisition University. **Acquisition Logistics Guide.** 3ª ed. Fort Belvoir, Virginia: Defense Systems Management College – DAU Press, 1997.
b) HEASLIP, Richard, J. **Managing Complex Projects and Programs: How to Improve Leadership of Complex Initiaves using a Third-Generation Approach.** New Jersey: John Wiley and Sons, 2014.
c) INCOSE. **Systems Engineering Handbook, A Guide for System Life Cycle Process and Activities.** 4ª ed. New Jersey: John Wiley and Sons, 2015.
d) US DoD. **Extension to: A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide).** First Edition, V 1.0, June 2003. Fort Belvoir, Virginia: Defense Acquisition University Press, 2003. Disponível em: <https://acc.dau.mil/adl/en-US/18162/file/640/DoDExtensiono PMBOK.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2019.

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

| |
|---|
| **OM: CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK** |
| **CURSO: APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM PROPULSÃO NAVAL** |
| **CÓDIGO: ESC** **CARGA HORÁRIA: 20 HORAS**<br>**DISCIPLINA: INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE SISTEMAS COMPLEXOS**<br>**CRIADA EM 2019** |
| **SUMÁRIO** |

**1) OBJETIVO DA DISCIPLINA**

Apresentar conceitos básicos, técnicas e ferramentas de Engenharia de Sistemas Complexos, atinentes ao gerenciamento do ciclo de vida dos meios e equipamentos.

**2) LISTA DE UNIDADES DE ENSINO**

**1 - VISÃO GERAL DA ENGENHARIA DE SISTEMAS, SISTEMAS DE SISTEMAS E SISTEMAS COMPLEXOS…………………………………………………..…...... 05 HORAS**

1.1 - Introdução;
1.2 - Conceitos;
1.3 - A Visão Interdisciplinar;
1.4 - Introdução à Teoria de Sistemas; e
1.5 - Engenharia de Sistemas e o Ciclo de Vida.

**2 - CICLO DE VIDA DE UM SISTEMA ……..……………………………………... 08 HORAS**

2.1 - Introdução;
2.2 - Conceitos básicos;
2.3 - Fases do Ciclo de Vida;
2.4 - Apoio Logístico Integrado; e
2.5 - Gerenciamento do Ciclo de Vida.

**3 - TÉCNICAS E FERRAMENTAS DA ENGENHARIA DE SISTEMAS ............. 05 HORAS**

3.1 - Introdução;
3.2 - Análise do Apoio Logístico Integrado;
3.3 - Análise Operacional;
3.4 - Diagrama de Contexto;
3.5 - Rich Pictures; e
3.6 - Casos de Uso.

**4 - ESTUDO DE CASO …………………………………………........………...….. 02 HORAS**

**3) DIRETRIZ ESPECÍFICA**

A disciplina será ministrada utilizando-se a técnica de Aula Expositiva.

**4) AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM**

A avaliação será realizada por meio de uma Prova Escrita, referente às UE 1 a 3. Deverão ser utilizados 1 TA para aplicação e 1 TA para os comentários e vista de prova, a serem computados na UE 3.

**5) RECURSOS INSTRUCIONAIS**

a) Quadro branco; e

b) Microcomputador com projetor multimídia.

**6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**Indispensáveis:**

a) BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria-Geral do Material da Marinha. **DGMM-0130. Manual do Apoio Logístico Integrado,** 2013.

b) SALGADO, Márcia de Fátima P., **Aplicação de Técnicas de Otimização na Engenharia de Confiabilidade**, UFMG 2008. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUOS-8CDG4N?show=full> Acesso em: 22 mar 2019.

c) ISO. ISO/IEC/IEEE-15228:2015, **Systems and Software Engineering - System Life Cycle Processes**, 2015.

d) BLANCHARD, Benjamin S. **Logistics Engineering & Management**. New York: Pearson/Addison-Wesley Publishing Company, 6ª Ed, 2003.

**MARINHA DO BRASIL**
**DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA**

| | |
|---|---|
| **OM: CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK** | |
| **CURSO: APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM GUERRA ELETRÔNICA** | |
| **CÓDIGO: TFM** | **CARGA HORÁRIA: 70 HORAS** |
| **DISCIPLINA: TREINAMENTO FÍSICO MILITAR** | **ATUALIZADO EM 2019** |
| **SUMÁRIO** | |

**1) OBJETIVO DA DISCIPLINA**

Demonstrar um grau de condicionamento físico necessário à manutenção da saúde, ao desempenho profissional e à funcionalidade em combate.

**2) LISTA DE UNIDADES DE ENSINO**

**1 - CORRIDA ........................................................................................................ 28 HORAS**

1.1 - Alongamento e flexibilidade específicos para a corrida;
1.2 - Parâmetros de treinamento para que se torne um estímulo adaptativo;
1.3 - Qualidades físicas divididas fisiologicamente e pedagogicamente;
1.4 - Prática de corrida; e
1.5 - Prática de Caminhada para militares que apresentem restrições de saúde.

**2 - NATAÇÃO ....................................................................................................... 28 HORAS**

2.1 - Alongamento e flexibilidade específicos para a natação;
2.2 - Aperfeiçoamento de estilo oficial de natação;
2.3 - Técnicas de aprendizagem em flutuação; e
2.4 - Prática de Natação.

**3 - GINÁSTICA LOCALIZADA ............................................................................ 14 HORAS**

3.1 - Alongamento e flexibilidade de efeito geral a todas as articulações;
3.2 - Exercícios Isométricos e isotônicos localizados, desenvolvendo todos os grupos musculares;
3.3 - Desenvolvimento de valências físicas atribuídas ao trabalho estático com peso corporal; e
3.4 - Montagem individualizada de sessões de treinamento.

**3) DIRETRIZES ESPECÍFICAS**

a) Será aplicado, na primeira semana do curso, teste inicial (PRÉ-TAF) que verificará o grau de condicionamento físico dos OA, sendo mensurado através dos testes de corrida de 2.400 metros, natação (50 metros) e permanência dentro d’água;
b) Ao longo do curso serão realizadas avaliações parciais, para verificar o desempenho dos OA;
c) A disciplina será conduzida com 3 (três) aulas semanais, no mínimo, para que os padrões de desempenho sejam, naturalmente, alcançados;
d) As aulas serão ministradas utilizando-se as Técnicas de Ensino Demonstração Prática e Aula Prática; e
e) As UE serão ministradas simultaneamente.

**4) AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM**

a) Ao final da disciplina, serão aplicadas três provas práticas, a saber:

**NATAÇÃO:**

I - consiste em nadar 50 metros ininterruptamente, em um único estilo oficial (crawl, peito, costas ou borboleta), sem o uso de implementos que auxiliem a flutuação e a propulsão. Não há exigência de estilo, porém, não é permitida a prática denominada de “cachorrinho”;

II - a partida pode ser realizada a partir da borda, do bloco de partida ou de impulso na parede da piscina;

III - só é permitida uma chance, que será considerada para a nota final na prova;

IV - após o início do teste, não é permitido tocar o chão ou a borda da piscina, ou parar por qualquer motivo. Caso aconteça, o aluno deverá realizar uma prova de recuperação. Neste caso, sua nota será 0 (zero), nota esta que será utilizada para a soma da média na disciplina. Ainda assim, o aluno poderá ser considerado aprovado, desde que atinja a nota 6,0 (seis) em sua prova de recuperação;

V - caso o aluno não complete o percurso do teste (50 metros) dentro do tempo limite estabelecido, atingindo nota inferior à mínima (6,0), a nota atingida será utilizada para a soma da média na disciplina e para efeito de classificação no curso. No entanto, para que seja aprovado na disciplina TFM, o aluno deverá realizar uma prova de recuperação, tendo que atingir, no mínimo, a nota 6,0 (seis) nesta prova; e

VI - a conversão em grau dar-se-á de acordo com a Tabela 1.

**CORRIDA:**

I - consiste em correr 2.400 metros no menor tempo possível;

II - durante a prova não é permitida a utilização de nenhum recurso externo (garrafas de água, fones de ouvido ou auxílio de outro militar). Caso aconteça, o aluno deverá realizar uma prova de recuperação;

III - não é permitido caminhar durante a prova de corrida. Caso aconteça, o aluno deverá realizar a aprova de recuperação;

IV - só é permitida uma chance para a realização do teste, que será considerada para a nota final na prova;

V - caso o aluno não complete o percurso do teste (2.400 metros) dentro do tempo limite estabelecido para cada idade/sexo, não alcançando a nota mínima (6,0), a nota atingida será utilizada para a soma da média na disciplina e para efeito de classificação no curso. No entanto, para que seja aprovado na disciplina TFM, o aluno deverá realizar a prova de recuperação, tendo que atingir, no mínimo, a nota 6,0 (seis) nesta prova; e

VI - a conversão em grau dar-se-á de acordo com a Tabela 2.

**PERMANÊNCIA DENTRO D’ÁGUA:**

I - consiste em flutuar por 10 minutos, sem o uso de implementos que auxiliem a flutuação. A realização desta prova independe do resultado obtido na prova de natação;

II - não é permitido boiar em decúbito ventral, mergulhar, nadar, utilizar auxílio de outro militar ou tocar com o pé no chão ou na borda durante o período da prova. Caso aconteça, o aluno deverá realizar a prova de recuperação;

III - caso o aluno não consiga permanecer pelo tempo mínimo (10 minutos), deverá realizar a prova de recuperação; e

IV - o resultado será expresso como APTO ou INAPTO. Esta prova não conta nota para a média na disciplina. Entretanto, caso o aluno não consiga completar a prova ou a recuperação, será reprovado na disciplina TFM.

b) A média da disciplina será calculada com base na seguinte fórmula:

$$M = \frac{(N + C)}{2}$$

Onde:

M = Média da disciplina

N = Grau obtido na prova de Natação

C = Grau obtido na prova de Corrida

c) Os alunos que após terem sido matriculados no curso apresentarem alguma restrição comprovada que os impossibilite a prática de TFM, bem como de realizarem as provas práticas, serão avaliados por uma comissão constituída pelo Comandante do CIAW, Superintendente de Ensino, Comandante

do Corpo de Alunos, Coordenador do Curso e pelo Chefe do Departamento de Educação Física. Para efeito de classificação, os alunos na situação prevista neste item que tiverem parecer favorável desta comissão para concluir o curso, obterão a nota final seis (6,0) na disciplina TFM, desde que tenham superado a nota mínima no teste inicial (6,0);

d) Os OA que apresentarem alguma restrição médica comprovada que os impossibilite a prática de corrida, poderão fazer o teste de caminhada, desde que apresentem laudo e atestado ao Chefe do Departamento de Educação Física, confirmando a possibilidade apenas para caminhada;

e) Tabelas de conversão:

I - Natação (Tabela 1);

II - Corrida de 2.400 metros (Tabela 2); e

III - Caminhada de 4.800 metros para os impossibilitados de realizar a corrida por motivo de saúde (Tabela 3).

f) O OA terá direito a uma prova de recuperação em natação, corrida e/ou permanência, caso incida em uma das seguintes circunstâncias:

I - incidir em uma das situações descritas no item a) supracitado;

II - não completar a prova de qualquer modalidade ou de ambas; e

III - obtiver grau inferior a 6,0 (seis) em uma ou nas duas modalidades.

g) Com relação à frequência nas aulas, a disciplina TFM segue o disposto neste currículo para as demais disciplinas;

h) O tempo transcorrido após a realização da prova TAF, para que seja aplicada a recuperação, será de até 10 (dez) dias corridos; e

i) Observações:

I - para efeito de classificação no curso, será considerada a primeira nota obtida na prova do TAF; e

II - a nota da recuperação servirá apenas para critério de aprovação, não sendo considerada no cômputo da média na disciplina.

**5) RECURSOS INSTRUCIONAIS**

a) Equipamento real;

b) Piscina; e

c) Pista de corrida.

**6) REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

**Indispensável:**

BRASIL. Marinha do Brasil. Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais. **CGCFN - 15**. **Normas sobre Treinamento Físico Militar e Testes de Avaliação Física na Marinha do Brasil.** Rio de Janeiro, 2018.

**Tabela 1**: **NATAÇÃO (50 METROS) - MASCULINO**

| **IDADE 18 a 30 anos** | | | | **IDADE 31 a 40 anos** | | | | **IDADE 41 a 49 anos** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NT | TEMPO | NT | TEMPO | NT | TEMPO | NT | TEMPO | NT | TEMPO | NT | TEMPO |
| **10,0** | 40” | **4,9** | 1’ 31’’ | **10,0** | 45’’ | **4,9** | 1’ 36’’ | **10,0** | 50’’ | **4,9** | 1’ 41’’ |
| **9,9** | 41” | **4,8** | 1’ 32’’ | **9,9** | 46’’ | **4,8** | 1’ 37’’ | **9,9** | 51’’ | **4,8** | 1’ 42’’ |
| **9,8** | 42” | **4,7** | 1’ 33” | **9,8** | 47’’ | **4,7** | 1’ 38’’ | **9,8** | 52’’ | **4,7** | 1’ 43’’ |
| **9,7** | 43” | **4,6** | 1’ 34’’ | **9,7** | 48’’ | **4,6** | 1’ 39’’ | **9,7** | 53’’ | **4,6** | 1’ 44’’ |
| **9,6** | 44” | **4,5** | 1’ 35’’ | **9,6** | 49’’ | **4,5** | 1’ 40’’ | **9,6** | 54’’ | **4,5** | 1’ 45’’ |
| **9,5** | 45” | **4,4** | 1’ 36’’ | **9,5** | 50’’ | **4,4** | 1’ 41’’ | **9,5** | 55’’ | **4,4** | 1’ 46’’ |
| **9,4** | 46” | **4,3** | 1’ 37’’ | **9,4** | 51’’ | **4,3** | 1’ 42’’ | **9,4** | 56’’ | **4,3** | 1’ 47’’ |
| **9,3** | 47” | **4,2** | 1’ 38’’ | **9,3** | 52’’ | **4,2** | 1’ 43’’ | **9,3** | 57’’ | **4,2** | 1’ 48’’ |
| **9,2** | 48” | **4,1** | 1’ 39’’ | **9,2** | 53’’ | **4,1** | 1’ 44’’ | **9,2** | 58’’ | **4,1** | 1’ 49’’ |
| **9,1** | 49” | **4,0** | 1’ 40’’ | **9,1** | 54’’ | **4,0** | 1’ 45’’ | **9,1** | 59’’ | **4,0** | 1’ 50’’ |
| **9,0** | 50” | **3,9** | 1’ 41’’ | **9,0** | 55’’ | **3,9** | 1’ 46’’ | **9,0** | 1’ 00’’ | **3,9** | 1’ 51’’ |
| **8,9** | 51” | **3,8** | 1’ 42’’ | **8,9** | 56’’ | **3,8** | 1’ 47’’ | **8,9** | 1’ 01’’ | **3,8** | 1’ 52’’ |
| **8,8** | 52” | **3,7** | 1’ 43’’ | **8,8** | 57’’ | **3,7** | 1’ 48’’ | **8,8** | 1’ 02’’ | **3,7** | 1’ 53’’ |
| **8,7** | 53” | **3,6** | 1’ 44’’ | **8,7** | 58’’ | **3,6** | 1’ 49’’ | **8,7** | 1’ 03’’ | **3,6** | 1’ 54’’ |
| **8,6** | 54” | **3,5** | 1’ 45’’ | **8,6** | 59’’ | **3,5** | 1’ 50’’ | **8,6** | 1’ 04’’ | **3,5** | 1’ 55’’ |
| **8,5** | 55” | **3,4** | 1’ 46’’ | **8,5** | 1’ 00’’ | **3,4** | 1’ 51’’ | **8,5** | 1’ 05’’ | **3,4** | 1’ 56’’ |
| **8,4** | 56” | **3,3** | 1’ 47’’ | **8,4** | 1’ 01’’ | **3,3** | 1’ 52’’ | **8,4** | 1’ 06’’ | **3,3** | 1’ 57’’ |
| **8,3** | 57” | **3,2** | 1’ 48’’ | **8,3** | 1’ 02’’ | **3,2** | 1’ 53’’ | **8,3** | 1’ 07’’ | **3,2** | 1’ 58’’ |
| **8,2** | 58” | **3,1** | 1’ 49’’ | **8,2** | 1’ 03’’ | **3,1** | 1’ 54’’ | **8,2** | 1’ 08’’ | **3,1** | 1’ 59’’ |
| **8,1** | 59” | **3,0** | 1’ 50’’ | **8,1** | 1’ 04’’ | **3,0** | 1’ 55’’ | **8,1** | 1’ 09’’ | **3,0** | 2’ 00’’ |
| **8,0** | 1’ 00” | **2,9** | 1’ 51’’ | **8,0** | 1’ 05’’ | **2,9** | 1’ 56’’ | **8,0** | 1’ 10’’ | **2,9** | 2’ 01’’ |
| **7,9** | 1’ 01” | **2,8** | 1’ 52’’ | **7,9** | 1’ 06’’ | **2,8** | 1’ 57’’ | **7,9** | 1’ 11’’ | **2,8** | 2’ 02’’ |
| **7,8** | 1’ 02” | **2,7** | 1’ 53’’ | **7,8** | 1’ 07’’ | **2,7** | 1’ 58’’ | **7,8** | 1’ 12’’ | **2,7** | 2’ 03’’ |
| **7,7** | 1’ 03” | **2,6** | 1’ 54’’ | **7,7** | 1’ 08’’ | **2,6** | 1’ 59’’ | **7,7** | 1’ 13’’ | **2,6** | 2’ 04’’ |
| **7,6** | 1’ 04” | **2,5** | 1’ 55’’ | **7,6** | 1’ 09’’ | **2,5** | 2’ 00’’ | **7,6** | 1’ 14’’ | **2,5** | 2’ 05’’ |
| **7,5** | 1’ 05” | **2,4** | 1’ 56’’ | **7,5** | 1’ 10’’ | **2,4** | 2’ 01’’ | **7,5** | 1’ 15’’ | **2,4** | 2’ 06’’ |
| **7,4** | 1’ 06” | **2,3** | 1’ 57’’ | **7,4** | 1’ 11’’ | **2,3** | 2’ 02’’ | **7,4** | 1’ 16’’ | **2,3** | 2’ 07’’ |
| **7,3** | 1’ 07” | **2,2** | 1’ 58’’ | **7,3** | 1’ 12’’ | **2,2** | 2’ 03’’ | **7,3** | 1’ 17’’ | **2,2** | 2’ 08’’ |
| **7,2** | 1’ 08” | **2,1** | 1’ 59’’ | **7,2** | 1’ 13’’ | **2,1** | 2’ 04’’ | **7,2** | 1’ 18’’ | **2,1** | 2’ 09’’ |
| **7,1** | 1’ 09” | **2,0** | 2’ 00’’ | **7,1** | 1’ 14’’ | **2,0** | 2’ 05’’ | **7,1** | 1’ 19’’ | **2,0** | 2’ 10’’ |
| **7,0** | 1’ 10” | **1,9** | 2’ 01’’ | **7,0** | 1’ 15’’ | **1,9** | 2’ 06’’ | **7,0** | 1’ 20’’ | **1,9** | 2’ 11’’ |
| **6,9** | 1’ 11” | **1,8** | 2’ 02’’ | **6,9** | 1’ 16’’ | **1,8** | 2’ 07’’ | **6,9** | 1’ 21’’ | **1,8** | 2’ 12’’ |
| **6,8** | 1’ 12” | **1,7** | 2’ 03’’ | **6,8** | 1’ 17’’ | **1,7** | 2’ 08’’ | **6,8** | 1’ 22’’ | **1,7** | 2’ 13’’ |
| **6,7** | 1’ 13” | **1,6** | 2’ 04’’ | **6,7** | 1’ 18’’ | **1,6** | 2’ 09’’ | **6,7** | 1’ 23’’ | **1,6** | 2’ 14’’ |
| **6,6** | 1’ 14” | **1,5** | 2’ 05’’ | **6,6** | 1’ 19’’ | **1,5** | 2’ 10’’ | **6,6** | 1’ 24’’ | **1,5** | 2’ 15’’ |
| **6,5** | 1’ 15” | **1,4** | 2’ 06’’ | **6,5** | 1’ 20’’ | **1,4** | 2’ 11’’ | **6,5** | 1’ 25’’ | **1,4** | 2’ 16’’ |
| **6,4** | 1’ 16” | **1,3** | 2’ 07’’ | **6,4** | 1’ 21’’ | **1,3** | 2’ 12’’ | **6,4** | 1’ 26’’ | **1,3** | 2’ 17’’ |
| **6,3** | 1’ 17” | **1,2** | 2’ 08’’ | **6,3** | 1’ 22’’ | **1,2** | 2’ 13’’ | **6,3** | 1’ 27’’ | **1,2** | 2’ 18’’ |
| **6,2** | 1’ 18” | **1,1** | 2’ 09’’ | **6,2** | 1’ 23’’ | **1,1** | 2’ 14’’ | **6,2** | 1’ 28’’ | **1,1** | 2’ 19’’ |
| **6,1** | 1’ 19” | **1,0** | 2’ 10’’ | **6,1** | 1’ 24’’ | **1,0** | 2’ 15’’ | **6,1** | 1’ 29’’ | **1,0** | 2’ 20’’ |
| **6,0** | 1’ 20” | **0,9** | 2’ 11’’ | **6,0** | 1’ 25’’ | **0,9** | 2’ 16’’ | **6,0** | 1’ 30’’ | **0,9** | 2’ 21’’ |
| **5,9** | 1’ 21” | **0,8** | 2’ 12’’ | **5,9** | 1’ 26’’ | **0,8** | 2’ 17’’ | **5,9** | 1’ 31’’ | **0,8** | 2’ 22’’ |
| **5,8** | 1’ 22” | **0,7** | 2’ 13’’ | **5,8** | 1’ 27’’ | **0,7** | 2’ 18’’ | **5,8** | 1’ 32’’ | **0,7** | 2’ 23’’ |
| **5,7** | 1’ 23” | **0,6** | 2’ 14’’ | **5,7** | 1’ 28’’ | **0,6** | 2’ 19’’ | **5,7** | 1’ 33’’ | **0,6** | 2’ 24’’ |
| **5,6** | 1’ 24” | **0,5** | 2’ 15’’ | **5,6** | 1’ 29’’ | **0,5** | 2’ 20’’ | **5,6** | 1’ 34’’ | **0,5** | 2’ 25’’ |
| **5,5** | 1’ 25” | **0,4** | 2’ 16’’ | **5,5** | 1’ 30’’ | **0,4** | 2’ 21’’ | **5,5** | 1’ 35’’ | **0,4** | 2’ 26’’ |
| **5,4** | 1’ 26” | **0,3** | 2’ 17’’ | **5,4** | 1’ 31’’ | **0,3** | 2’ 22’’ | **5,4** | 1’ 36’’ | **0,3** | 2’ 27’’ |
| **5,3** | 1’ 27” | **0,2** | 2’ 18’’ | **5,3** | 1’ 32’’ | **0,2** | 2’ 23’’ | **5,3** | 1’ 37’’ | **0,2** | 2’ 28’’ |
| **5,2** | 1’ 28” | **0,1** | 2’ 19’’ | **5,2** | 1’ 33’’ | **0,1** | 2’ 24’’ | **5,2** | 1’ 38’’ | **0,1** | 2’ 29’’ |
| **5,1** | 1’ 29” | **0,0** | 2’ 20’’ | **5,1** | 1’ 34’’ | **0,0** | 2’ 25’’ | **5,1** | 1’ 39’’ | **0,0** | 2’ 30” |
| **5,0** | 1’ 30” | | | **5,0** | 1’ 35’’ | | | **5,0** | 1’ 40’’ | | |

OBS.: VALORES EM MINUTOS E SEGUNDOS.

**Tabela 2: CORRIDA DE 2.400 METROS - MASCULINO**

| **IDADE 18 a 25 anos** | | | | **IDADE 26 a 33 anos** | | | | **IDADE 34 a 39 anos** | | | | **IDADE 40 a 45 anos** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **NT** | TEMPO | **NT** | TEMPO | **NT** | TEMPO | **NT** | TEMPO | **NT** | TEMPO | **NT** | TEMPO | **NT** | TEMPO | **NT** | TEMPO |
| **10,0** | 09´ 36” | **4,9** | 14’ 36’’ | **10,0** | 10’ 00’’ | **4,9** | 15’ 06’’ | **10,0** | 10’ 48’’ | **4,9** | 15’ 36’’ | **10,0** | 11’ 36’’ | **4,9** | 16’ 30’’ |
| **9,9** | 09´ 40” | **4,8** | 14’ 42’’ | **9,9** | 10’ 04’’ | **4,8** | 15’ 12’’ | **9,9** | 10’ 53’’ | **4,8** | 15’ 42’’ | **9,9** | 11’ 41’’ | **4,8** | 16’ 36’’ |
| **9,8** | 09´ 44” | **4,7** | 14’ 48’’ | **9,8** | 10’ 08’’ | **4,7** | 15’ 18’’ | **9,8** | 10’ 58’’ | **4,7** | 15’ 48’’ | **9,8** | 11’ 46’’ | **4,7** | 16’ 42’’ |
| **9,7** | 09´ 48” | **4,6** | 14’ 54’’ | **9,7** | 10’ 12’’ | **4,6** | 15’ 24’’ | **9,7** | 11’ 03’’ | **4,6** | 15’ 54’’ | **9,7** | 11’ 51’’ | **4,6** | 16’ 48’’ |
| **9,6** | 09´ 52” | **4,5** | 15’ 00’’ | **9,6** | 10’ 16’’ | **4,5** | 15’ 30’’ | **9,6** | 11’ 08’’ | **4,5** | 16’ 00’’ | **9,6** | 11’ 56’’ | **4,5** | 16’ 54’’ |
| **9,5** | 09´ 56” | **4,4** | 15’ 06’’ | **9,5** | 10’ 20’’ | **4,4** | 15’ 36’’ | **9,5** | 11’ 13’’ | **4,4** | 16’ 06’’ | **9,5** | 12’ 01’’ | **4,4** | 17’ 00’’ |
| **9,4** | 10´ 10” | **4,3** | 15’ 12’’ | **9,4** | 10’ 24’’ | **4,3** | 15’ 42’’ | **9,4** | 11’ 18’’ | **4,3** | 16’ 12’’ | **9,4** | 12’ 06’’ | **4,3** | 17’ 06’’ |
| **9,3** | 10´ 03” | **4,2** | 15’ 18’’ | **9,3** | 10’ 28’’ | **4,2** | 15’ 48’’ | **9,3** | 11’ 23’’ | **4,2** | 16’ 18’’ | **9,3** | 12’ 11’’ | **4,2** | 17’ 12’’ |
| **9,2** | 10´ 06” | **4,1** | 15’ 24’’ | **9,2** | 10’ 32’’ | **4,1** | 15’ 54’’ | **9,2** | 11’ 28’’ | **4,1** | 16’ 24’’ | **9,2** | 12’ 16’’ | **4,1** | 17’ 18’’ |
| **9,1** | 10´ 09” | **4,0** | 15’ 30’’ | **9,1** | 10’ 35’’ | **4,0** | 16’ 00’’ | **9,1** | 11’ 33’’ | **4,0** | 16’ 30’’ | **9,1** | 12’ 21’’ | **4,0** | 17’ 24’’ |
| **9,0** | 10´ 12” | **3,9** | 15’ 36’’ | **9,0** | 10’ 36’’ | **3,9** | 16’ 06’’ | **9,0** | 11’ 36’’ | **3,9** | 16’ 36’’ | **9,0** | 12’ 24’’ | **3,9** | 17’ 30’’ |
| **8,9** | 10’ 19’’ | **3,8** | 15’ 42’’ | **8,9** | 10’ 43’’ | **3,8** | 16’ 12’’ | **8,9** | 11’ 41’’ | **3,8** | 16’ 42’’ | **8,9** | 12’ 28’’ | **3,8** | 17’ 36’’ |
| **8,8** | 10’ 26’’ | **3,7** | 15’ 48’’ | **8,8** | 10’ 50’’ | **3,7** | 16’ 18’’ | **8,8** | 11’ 46’’ | **3,7** | 16’ 48’’ | **8,8** | 12’ 32’’ | **3,7** | 17’ 42’’ |
| **8,7** | 10’ 33’’ | **3,6** | 15’ 54’’ | **8,7** | 10’ 57’’ | **3,6** | 16’ 24’’ | **8,7** | 11’ 51’’ | **3,6** | 16’ 54’’ | **8,7** | 12’ 36’’ | **3,6** | 17’ 48’’ |
| **8,6** | 10’ 40’’ | **3,5** | 16’ 00’’ | **8,6** | 11’ 00’’ | **3,5** | 16’ 30’’ | **8,6** | 11’ 56’’ | **3,5** | 17’ 00’’ | **8,6** | 12’ 40’’ | **3,5** | 17’ 54’’ |
| **8,5** | 10’ 47’’ | **3,4** | 16’ 06’’ | **8,5** | 11’ 07’’ | **3,4** | 16’ 36’’ | **8,5** | 12’ 01’’ | **3,4** | 17’ 06’’ | **8,5** | 12’ 44’’ | **3,4** | 18’ 00’’ |
| **8,4** | 10’ 54’’ | **3,3** | 16’ 12’’ | **8,4** | 11’ 14’’ | **3,3** | 16’ 42’’ | **8,4** | 12’ 06’’ | **3,3** | 17’ 12’’ | **8,4** | 12’ 47’’ | **3,3** | 18’ 06’’ |
| **8,3** | 11’ 00’’ | **3,2** | 16’ 16’’ | **8,3** | 11’ 21’’ | **3,2** | 16’ 48’’ | **8,3** | 12’ 11’’ | **3,2** | 17’ 18’’ | **8,3** | 12’ 51’’ | **3,2** | 18’ 12’’ |
| **8,2** | 11’ 06’’ | **3,1** | 16’ 24’’ | **8,2** | 11’ 28’’ | **3,1** | 16’ 54’’ | **8,2** | 12’ 16’’ | **3,1** | 17’ 24’’ | **8,2** | 12’ 54” | **3,1** | 18’ 18’’ |
| **8,1** | 11’ 12’’ | **3,0** | 16’ 30’’ | **8,1** | 11’ 35’’ | **3,0** | 17’ 00’’ | **8,1** | 12’ 20’’ | **3,0** | 17’ 30’’ | **8,1** | 12’ 57’’ | **3,0** | 18’ 24’’ |
| **8,0** | 11’ 18’’ | **2,9** | 16’ 36’’ | **8,0** | 11’ 42’’ | **2,9** | 17’ 06’’ | **8,0** | 12’ 24’’ | **2,9** | 17’ 36’’ | **8,0** | 13’ 00” | **2,9** | 18’ 30’’ |
| **7,9** | 11’ 24’’ | **2,8** | 16’ 42’’ | **7,9** | 11’ 48’’ | **2,8** | 17’ 12’’ | **7,9** | 12’ 30’’ | **2,8** | 17’ 42’’ | **7,9** | 13’ 08’’ | **2,8** | 18’ 36’’ |
| **7,8** | 11’ 30’’ | **2,7** | 16’ 48’’ | **7,8** | 11’ 54’’ | **2,7** | 17’ 18’’ | **7,8** | 12’ 36’’ | **2,7** | 17’ 48’’ | **7,8** | 13’ 16’’ | **2,7** | 18’ 42’’ |
| **7,7** | 11’ 36’’ | **2,6** | 16’ 54’’ | **7,7** | 12’ 00’’ | **2,6** | 17’ 24’’ | **7,7** | 12’ 42’’ | **2,6** | 17’ 54’’ | **7,7** | 13’ 24’’ | **2,6** | 18’ 48’’ |
| **7,6** | 11’ 42’’ | **2,5** | 17’ 00’’ | **7,6** | 12’ 06’’ | **2,5** | 17’ 30’’ | **7,6** | 12’ 48’’ | **2,5** | 18’ 00’’ | **7,6** | 13’ 32’’ | **2,5** | 18’ 54’’ |
| **7,5** | 11’ 48’’ | **2,4** | 17’ 06’’ | **7,5** | 12’ 12’’ | **2,4** | 17’ 36’’ | **7,5** | 12’ 54’’ | **2,4** | 18’ 06’’ | **7,5** | 13’ 40’’ | **2,4** | 19’ 00’’ |
| **7,4** | 11’ 54’’ | **2,3** | 17’ 12’’ | **7,4** | 12’ 18’’ | **2,3** | 17’ 42’’ | **7,4** | 13’ 00’’ | **2,3** | 18’ 12’’ | **7,4** | 13’ 48’’ | **2,3** | 19’ 06’’ |
| **7,3** | 12’ 00’’ | **2,2** | 17’ 16’’ | **7,3** | 12’ 24’’ | **2,2** | 17’ 48’’ | **7,3** | 13’ 06’’ | **2,2** | 18’ 18’’ | **7,3** | 13’ 56’’ | **2,2** | 19’ 12’’ |
| **7,2** | 12’ 06’’ | **2,1** | 17’ 24’’ | **7,2** | 12’ 30’’ | **2,1** | 17’ 54’’ | **7,2** | 13’ 12’’ | **2,1** | 18’ 24’’ | **7,2** | 14’ 04’’ | **2,1** | 19’ 18’’ |
| **7,1** | 12’ 12’’ | **2,0** | 17’ 30’’ | **7,1** | 12’ 36’’ | **2,0** | 18’ 00’’ | **7,1** | 13’ 18’’ | **2,0** | 18’ 30’’ | **7,1** | 14’ 11’’ | **2,0** | 19’24’’ |
| **7,0** | 12’ 18’’ | **1,9** | 17’ 36’’ | **7,0** | 12’ 42’’ | **1,9** | 18’ 06’’ | **7,0** | 13’ 24’’ | **1,9** | 18’ 36’’ | **7,0** | 14’ 18” | **1,9** | 19’30’’ |
| **6,9** | 12’ 25’’ | **1,8** | 17’ 42’’ | **6,9** | 12’ 50’’ | **1,8** | 18’ 12’’ | **6,9** | 13’ 30’’ | **1,8** | 18’ 42’’ | **6,9** | 14’ 26’’ | **1,8** | 19’36’’ |
| **6,8** | 12’ 32’’ | **1,7** | 17’ 48’’ | **6,8** | 12’ 58’’ | **1,7** | 18’ 18’’ | **6,8** | 13’ 37’’ | **1,7** | 18’ 48’’ | **6,8** | 14’ 34’’ | **1,7** | 19’42’’ |
| **6,7** | 12’ 39’’ | **1,6** | 17’ 54’’ | **6,7** | 13’ 06’’ | **1,6** | 18’ 24’’ | **6,7** | 13’ 44’’ | **1,6** | 18’ 54’’ | **6,7** | 14’ 42’’ | **1,6** | 19’48’’ |
| **6,6** | 12’ 46’’ | **1,5** | 18’ 00’’ | **6,6** | 13’ 14’’ | **1,5** | 18’ 30’’ | **6,6** | 13’ 51’’ | **1,5** | 19’ 00’’ | **6,6** | 14’ 50’’ | **1,5** | 19’54’’ |
| **6,5** | 12’ 53’’ | **1,4** | 18’ 06’’ | **6,5** | 13’ 32’’ | **1,4** | 18’ 36’’ | **6,5** | 13’ 58’’ | **1,4** | 19’ 06’’ | **6,5** | 14’ 58’’ | **1,4** | 20’00’’ |
| **6,4** | 13’ 00’’ | **1,3** | 18’ 12’’ | **6,4** | 13’ 40’’ | **1,3** | 18’ 42’’ | **6,4** | 14’ 05’’ | **1,3** | 19’ 12’’ | **6,4** | 15’ 06’’ | **1,3** | 20’06’’ |
| **6,3** | 13’ 07’’ | **1,2** | 18’ 16’’ | **6,3** | 13’ 48’’ | **1,2** | 18’ 48’’ | **6,3** | 14’ 12’’ | **1,2** | 19’ 18’’ | **6,3** | 15’ 14’’ | **1,2** | 20’12’’ |
| **6,2** | 13’ 14’’ | **1,1** | 18’ 24’’ | **6,2** | 13’ 56’’ | **1,1** | 18’ 54’’ | **6,2** | 14’ 18’’ | **1,1** | 19’ 24’’ | **6,2** | 15’ 22’’ | **1,1** | 20’18’’ |
| **6,1** | 13’ 22’’ | **1,0** | 18’ 30’’ | **6,1** | 13’ 03’’ | **1,0** | 19’ 00’’ | **6,1** | 14’ 24’’ | **1,0** | 19’ 30’’ | **6,1** | 15’ 29’’ | **1,0** | 20’ 24’’ |
| **6,0** | 13’ 30’’ | **0,9** | 18’ 36’’ | **6,0** | 14’ 00’’ | **0,9** | 19’ 06’’ | **6,0** | 14’ 30’’ | **0,9** | 19’ 36’’ | **6,0** | 15’ 36’’ | **0,9** | 20’ 30’’ |
| **5,9** | 13’ 36’’ | **0,8** | 18’ 42’’ | **5,9** | 14’ 06’’ | **0,8** | 19’ 12’’ | **5,9** | 14’ 36” | **0,8** | 19’ 42’’ | **5,9** | 15’ 41’’ | **0,8** | 20’ 36’’ |
| **5,8** | 13’ 42’’ | **0,7** | 18’ 48’’ | **5,8** | 14’ 12’’ | **0,7** | 19’ 18’’ | **5,8** | 14’ 42’’ | **0,7** | 19’ 48’’ | **5,8** | 15’ 46’’ | **0,7** | 20’ 42’’ |
| **5,7** | 13’ 48’’ | **0,6** | 18’ 54’’ | **5,7** | 14’ 18’’ | **0,6** | 19’ 24’’ | **5,7** | 14’ 48’’ | **0,6** | 19’ 54’’ | **5,7** | 15’ 51’’ | **0,6** | 20’ 54’’ |
| **5,6** | 13’ 54’’ | **0,5** | 19’ 00’’ | **5,6** | 14’ 24’’ | **0,5** | 19’ 30’’ | **5,6** | 14’ 54’’ | **0,5** | 20’ 00’’ | **5,6** | 15’ 56’’ | **0,5** | 21’ 00’’ |
| **5,5** | 14’ 00’’ | **0,4** | 19’ 06’’ | **5,5** | 14’ 30’’ | **0,4** | 19’ 36’’ | **5,5** | 15’ 00’’ | **0,4** | 20’ 06’’ | **5,5** | 16’ 01’’ | **0,4** | 22’ 06’’ |
| **5,4** | 14’ 06’’ | **0,3** | 19’ 12’’ | **5,4** | 14’ 36’’ | **0,3** | 19’ 42’’ | **5,4** | 15’ 06’’ | **0,3** | 20’ 12’’ | **5,4** | 16’ 06’’ | **0,3** | 22’ 12’’ |
| **5,3** | 14’ 12’’ | **0,2** | 19’ 16’’ | **5,3** | 14’ 42’’ | **0,2** | 19’ 48’’ | **5,3** | 15’ 12’’ | **0,2** | 20’ 18’’ | **5,3** | 16’ 11’’ | **0,2** | 22’ 18’’ |
| **5,2** | 14’ 18’’ | **0,1** | 19’ 24’’ | **5,2** | 14’ 48’’ | **0,1** | 19’ 54’’ | **5,2** | 15’ 18’’ | **0,1** | 20’ 24’’ | **5,2** | 16’ 16’’ | **0,1** | 18’ 24’’ |
| **5,1** | 14’ 24’’ | **0,0** | 19’ 30’’ | **5,1** | 14’ 54’’ | **0,0** | 20’ 00’’ | **5,1** | 15’ 24’’ | **0,0** | 20’ 30’’ | **5,1** | 16’ 20’’ | **0,0** | 18’ 30’’ |
| **5,0** | 14’ 30’’ | | | **5,0** | 15’ 00’’ | | | **5,0** | 15’ 30’’ | | | **5,0** | 16’ 24’’ | | |

OBS.: VALORES EM MINUTOS E SEGUNDOS.

**Tabela 3: CAMINHADA DE 4.800 METROS MASCULINO (PARA OS IMPOSSIBILITADOS DE REALIZAR A CORRIDA, POR MOTIVO DE SAÚDE)**

| IDADE 18 a 25 anos | | IDADE 26 a 33 anos | | IDADE 34 a 39 anos | | IDADE 40 a 45 anos | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **NT** | TEMPO | **NT** | TEMPO | **NT** | TEMPO | **NT** | TEMPO |
| **6,0** | 46’ | **6,0** | 47’ | **6,0** | 48’ | **6,0** | 51’ |
| **5,9** | 46’ 12’’ | **5,9** | 47’12’’ | **5,9** | 48’ 18’’ | **5,9** | 51’ 18’’ |
| **5,8** | 46’ 24” | **5,8** | 47’24” | **5,8** | 48’ 36” | **5,8** | 51’ 36” |
| **5,7** | 46’ 36” | **5,7** | 47’36” | **5,7** | 48’ 54” | **5,7** | 51’ 54” |
| **5,6** | 46’ 48” | **5,6** | 47’48” | **5,6** | 49’ 12’’ | **5,6** | 52’ 12’’ |
| **5,5** | 47’ | **5,5** | 48’ | **5,5** | 49’ 30’’ | **5,5** | 52’ 30’’ |
| **5,4** | 47’ 12” | **5,4** | 48’12” | **5,4** | 50’ 48’’ | **5,4** | 52’ 48’’ |
| **5,3** | 47’ 24” | **5,3** | 48’24” | **5,3** | 50’ 06’’ | **5,3** | 53’ 06’’ |
| **5,2** | 47’ 36” | **5,2** | 48’36” | **5,2** | 50’ 24” | **5,2** | 53’ 24” |
| **5,1** | 47’ 48” | **5,1** | 48’48” | **5,1** | 50’ 42” | **5,1** | 53’ 42” |
| **5,0** | 48’ | **5,0** | 49’ | **5,0** | 51’ | **5,0** | 54’ |
| **4,9** | 48’ 12” | **4,9** | 49’ 12” | **4,9** | 51’ 12” | **4,9** | 54’ 12” |
| **4,8** | 48’ 24” | **4,8** | 49’ 24” | **4,8** | 51’ 24” | **4,8** | 54’ 24” |
| **4,7** | 48’ 36” | **4,7** | 49’ 36” | **4,7** | 51’ 36” | **4,7** | 54’ 36” |
| **4,6** | 48’ 48” | **4,6** | 49’ 48” | **4,6** | 51’ 48” | **4,6** | 54’ 48” |
| **4,5** | 49’ | **4,5** | 50’ | **4,5** | 52’ | **4,5** | 55’ |
| **4,4** | 49’ 12” | **4,4** | 50’ 12” | **4,4** | 52’ 12” | **4,4** | 55’ 12” |
| **4,3** | 49’ 24” | **4,3** | 50’ 24” | **4,3** | 52’ 24” | **4,3** | 55’ 24” |
| **4,2** | 49’ 36” | **4,2** | 50’ 36” | **4,2** | 52’ 36” | **4,2** | 55’ 36” |
| **4,1** | 49’ 48” | **4,1** | 50’ 48” | **4,1** | 52’ 48” | **4,1** | 55’ 48” |
| **4,0** | 50’ | **4,0** | 51’ | **4,0** | 53’ | **4,0** | 56’ |
| **3,9** | 50’ 12” | **3,9** | 51’ 12” | **3,9** | 53’ 12” | **3,9** | 56’ 12” |
| **3,8** | 50’ 24” | **3,8** | 51’ 24” | **3,8** | 53’ 24” | **3,8** | 56’ 24” |
| **3,7** | 50’ 36” | **3,7** | 51’ 36” | **3,7** | 53’ 36” | **3,7** | 56’ 36” |
| **3,6** | 50’ 48” | **3,6** | 51’ 48” | **3,6** | 53’ 48” | **3,6** | 56’ 48” |
| **3,5** | 51’ | **3,5** | 52’ | **3,5** | 54’ | **3,5** | 57’ |
| **3,4** | 51’ 12” | **3,4** | 52’ 12” | **3,4** | 54’ 12” | **3,4** | 57’ 12” |
| **3,3** | 51’ 24” | **3,3** | 52’ 24” | **3,3** | 54’ 24” | **3,3** | 57’ 24” |
| **3,2** | 51’ 36” | **3,2** | 52’ 36” | **3,2** | 54’ 36” | **3,2** | 57’ 36” |
| **3,1** | 51’ 48” | **3,1** | 52’ 48” | **3,1** | 54’ 48” | **3,1** | 57’ 48” |
| **3,0** | 52’ | **3,0** | 53’ | **3,0** | 55’ | **3,0** | 58’ |
| **2,9** | 52’ 12” | **2,9** | 53’ 12” | **2,9** | 55’ 12” | **2,9** | 58’12” |
| **2,8** | 52’ 24” | **2,8** | 53’ 24” | **2,8** | 55’ 24” | **2,8** | 58’24” |
| **2,7** | 52’ 36” | **2,7** | 53’ 36” | **2,7** | 55’ 36” | **2,7** | 58’36” |
| **2,6** | 52’ 48” | **2,6** | 53’ 48” | **2,6** | 55’ 48” | **2,6** | 58’48” |
| **2,5** | 53’ | **2,5** | 54’ | **2,5** | 56’ | **2,5** | 59’ |
| **2,4** | 53’ 12” | **2,4** | 54’ 12” | **2,4** | 56’ 12” | **2,4** | 59’ 12” |
| **2,3** | 53’ 24” | **2,3** | 54’ 24” | **2,3** | 56’ 24” | **2,3** | 59’ 24” |
| **2,2** | 53’ 36” | **2,2** | 54’ 36” | **2,2** | 56’ 36” | **2,2** | 59’ 36” |
| **2,1** | 53’ 48” | **2,1** | 54’ 48” | **2,1** | 56’ 48” | **2,1** | 59’ 48” |
| **2,0** | 54’ | **2,0** | 55’ | **2,0** | 57’ | **2,0** | 60’ |
| **1,9** | 54’ 12” | **1,9** | 55’ 12” | **1,9** | 57’ 12” | **1,9** | 60’ 12” |
| **1,8** | 54’ 24” | **1,8** | 55’ 24” | **1,8** | 57’ 24” | **1,8** | 60’ 24” |
| **1,7** | 54’ 36” | **1,7** | 55’ 36” | **1,7** | 57’ 36” | **1,7** | 60’ 36” |
| **1,6** | 54’ 48” | **1,6** | 55’ 48” | **1,6** | 57’ 48” | **1,6** | 60’ 48” |
| **1,5** | 55’ | **1,5** | 56’ | **1,5** | 58’ | **1,5** | 61’ |
| **1,4** | 55’ 12” | **1,4** | 56’12” | **1,4** | 58’ 12” | **1,4** | 61’12” |
| **1,3** | 55’ 24” | **1,3** | 56’24” | **1,3** | 58’ 24” | **1,3** | 61’24” |
| **1,2** | 55’ 36” | **1,2** | 56’36” | **1,2** | 58’ 36” | **1,2** | 61’36” |
| **1,1** | 55’ 48” | **1,1** | 56’48” | **1,1** | 58’ 48” | **1,1** | 61’48” |
| **1,0** | 56’ | **1,0** | 57’ | **1,0** | 59’ | **1,0** | 62’ |
| **0,9** | 56’ 12” | **0,9** | 57’ 12” | **0,9** | 59’ 12” | **0,9** | 62’ 12” |
| **0,8** | 56’ 24” | **0,8** | 57’ 24” | **0,8** | 59’ 24” | **0,8** | 62’ 24” |
| **0,7** | 56’ 36” | **0,7** | 57’ 36” | **0,7** | 59’ 36” | **0,7** | 62’ 36” |
| **0,6** | 56’ 48” | **0,6** | 57’ 48” | **0,6** | 59’ 48” | **0,6** | 62’ 48” |
| **0,5** | 57’ | **0,5** | 58’ | **0,5** | 60’ | **0,5** | 63’ |
| **0,4** | 57’ 12” | **0,4** | 58’ 12” | **0,4** | 60’ 12” | **0,4** | 63’ 12” |
| **0,3** | 57’ 24” | **0,3** | 58’ 24” | **0,3** | 60’ 24” | **0,3** | 63’ 24” |
| **0,2** | 57’ 36” | **0,2** | 58’ 36” | **0,2** | 60’ 36” | **0,2** | 63’ 36” |
| **0,1** | 57’ 48” | **0,1** | 58’ 48” | **0,1** | 60’ 48” | **0,1** | 63’ 48” |
| **0,0** | 58’ | **0,0** | 59’ | **0,0** | 61’ | **0,0** | 64’ |

OBS.: VALORES EM MINUTOS E SEGUNDOS